

УДК 629.113

С.А. Багичев, Е.В. Кочанов, А.В. Шатилов, А.С. Вашурин, Ю.П. Трусов

## РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ КАРКАСА СИДЕНЬЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Представлены результаты расчетно-экспериментальных исследований характерных конструкций каркасов сидений. Численное исследование каркасов выполнено методом конечных элементов в статической и динамической нелинейной постановке.

*Ключевые слова:* сидение, каркас, моделирование, пассивная безопасность.

Пассивная безопасность автотранспортных средств является актуальной проблемой на сегодняшний день [1-4]. Одним из вопросов повышения пассивной безопасности является разработка прочных каркасов пассажирских сидений. Для автомобильных заводов все большее значение приобретает имитационное моделирование. Разработка на ЭВМ каркаса сидения и имитация нагрузочной системы с целью выявления наиболее слабых мест конструкции с точки зрения восприятия возможных эксплуатационных нагрузок.

В данной работе представлены результаты моделирования каркасов сидений на соответствие требованиям Правил ЕЭК ООН №14, 80 (ГОСТ Р 41.80-99, 41.14-2003) и верификация модели по результатам экспериментов.

Рассмотрим требования Правил ЕЭК ООН. По требованиям Правил №80 нагружение сиденья должно быть выполнено сзади, что схематично представлено на рис. 1, а. Испытательная нагрузка прикладывается при помощи цилиндрических поверхностей (нагрузочные батоны) к спинке в верхних и нижних местах. Усилия действуют в средней вертикальной плоскости, оно должно быть горизонтальным и соответствовать направлению от задней к передней части сиденья. Нагружающие цилиндры должны иметь возможность поворачиваться в горизонтальной плоскости. Заданное усилие конструкция должна выдерживать в течение 0,2 с. По требованиям Правил № 14 нагружение сидений должно быть выполнено спереди согласно схеме, представленной на рис. 1, б. При испытании на прочность приспособлений для крепления ремней безопасности к ним прикладывают растягивающие усилия через специальные натяжные устройства заданной формы, которые они должны выдержать в течение 0,2 с. Тянущее усилие должно действовать в направлении, соответствующем сидячему положению, под углом  $10^\circ \pm 5^\circ$  выше горизонтали.

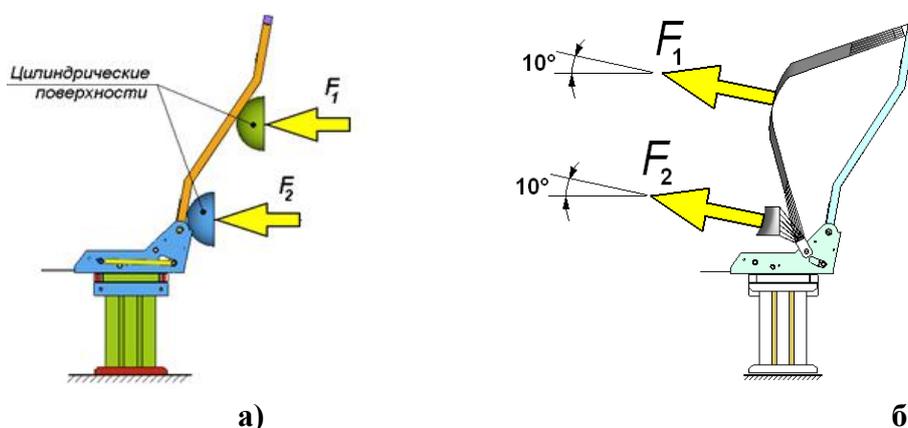


Рис. 1. Схемы нагружений сиденья в соответствии с требованиями Правил №80 (а), Правил №14 (б)

В качестве объектов исследования, согласно требований Правил ЕЭК ООН, были выбраны характерные конструкции каркасов сидений, показанные на рис. 3.

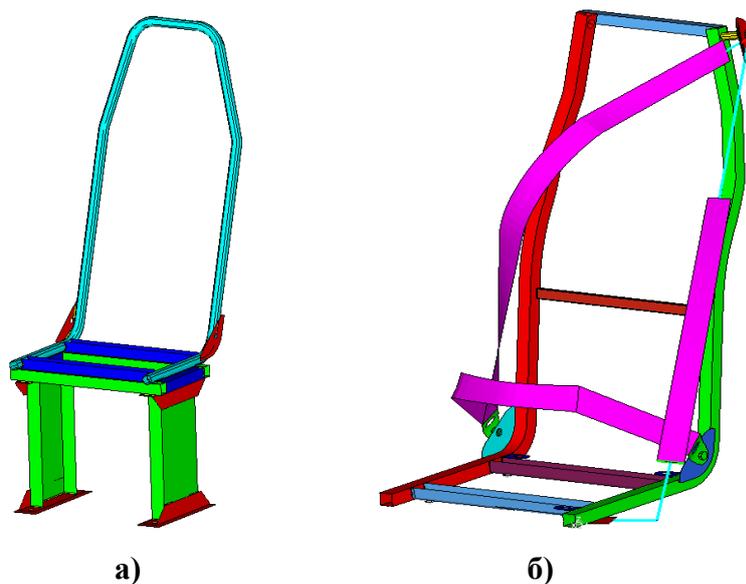


Рис. 2. Характерные конструкции каркасов сидений

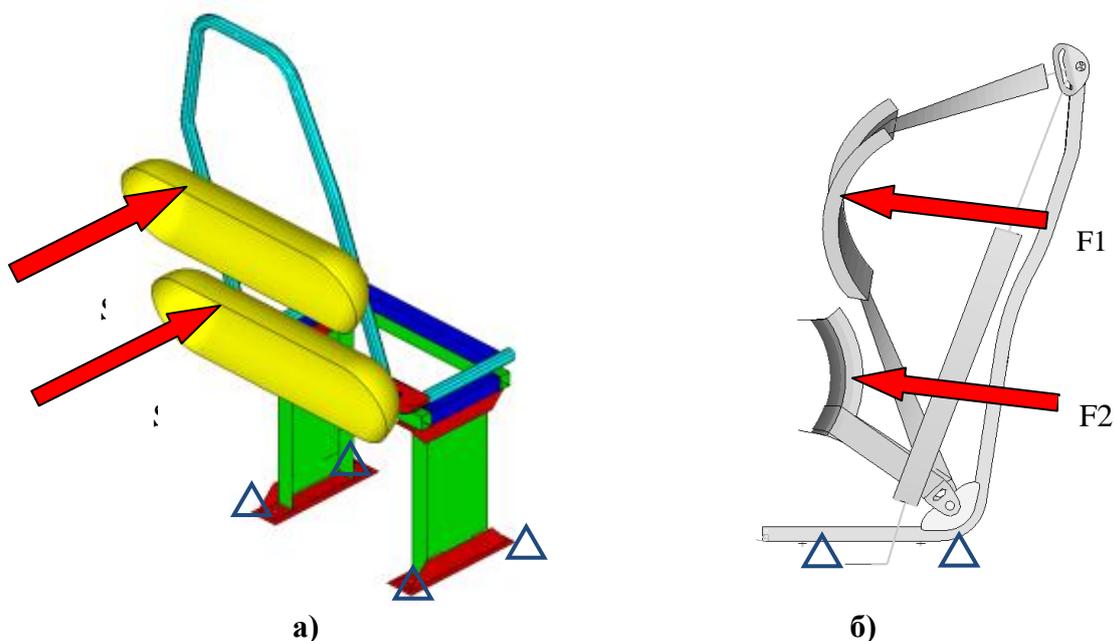


Рис. 3. Модель закрепления и нагружения сиденья для расчета:  
*a* – основная труба каркаса цельная; *б* – основная труба каркаса наборная

Расчет представленных моделей проводился в нелинейной статической и динамической постановках. Для расчета модели по Правилам №80 (нагружение сзади) был проведен статический нелинейный расчет, а для расчета по требованиям Правил №14 – динамический. Нагружение моделей проводилось так, как показано на рис. 3. При этом условия нагружения и закрепления выбирались исходя из требований соответствующих Правил ЕЭК ООН. На рис. 3, *a* показана модель нагружения сиденья по правилам ЕЭК ООН №80. Закрепление модели осуществлялось в местах расположения отверстий для крепления.  $S_1$ ,  $S_2$  – перемещение блоков. На рис. 3, *б* показана модель нагружения сиденья по правилам ЕЭК ООН №14. Закрепление модели осуществлялось в месте расположения отверстий для крепления.

$F_1$ ,  $F_2$  – силы, приложенные к блокам. Перемещения (силы) нагружающих элементов задавались по графику рис. 4.

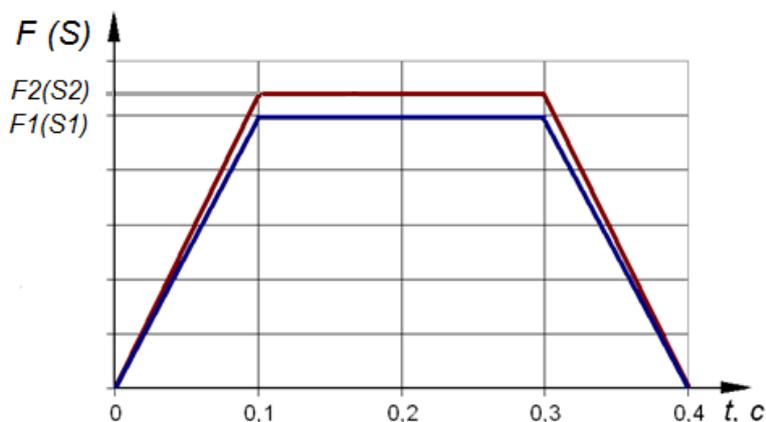


Рис. 4. График задания силы (перемещений)

В качестве результатов расчетов может быть получена картина распределения эквивалентных напряжений по критерию Мизеса. На рис. 5 показано исходное состояние конструкции (прозрачное) и деформированное при приложении полной нагрузки, с распределением эквивалентных напряжений по силовым элементам.

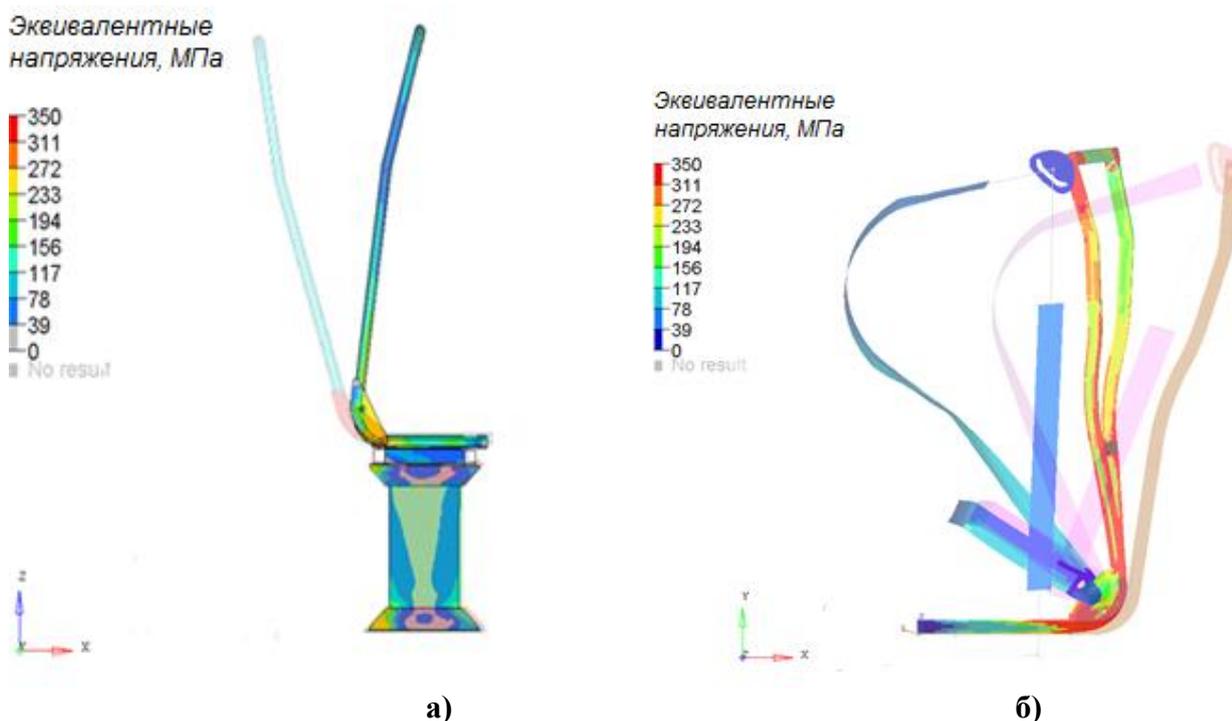
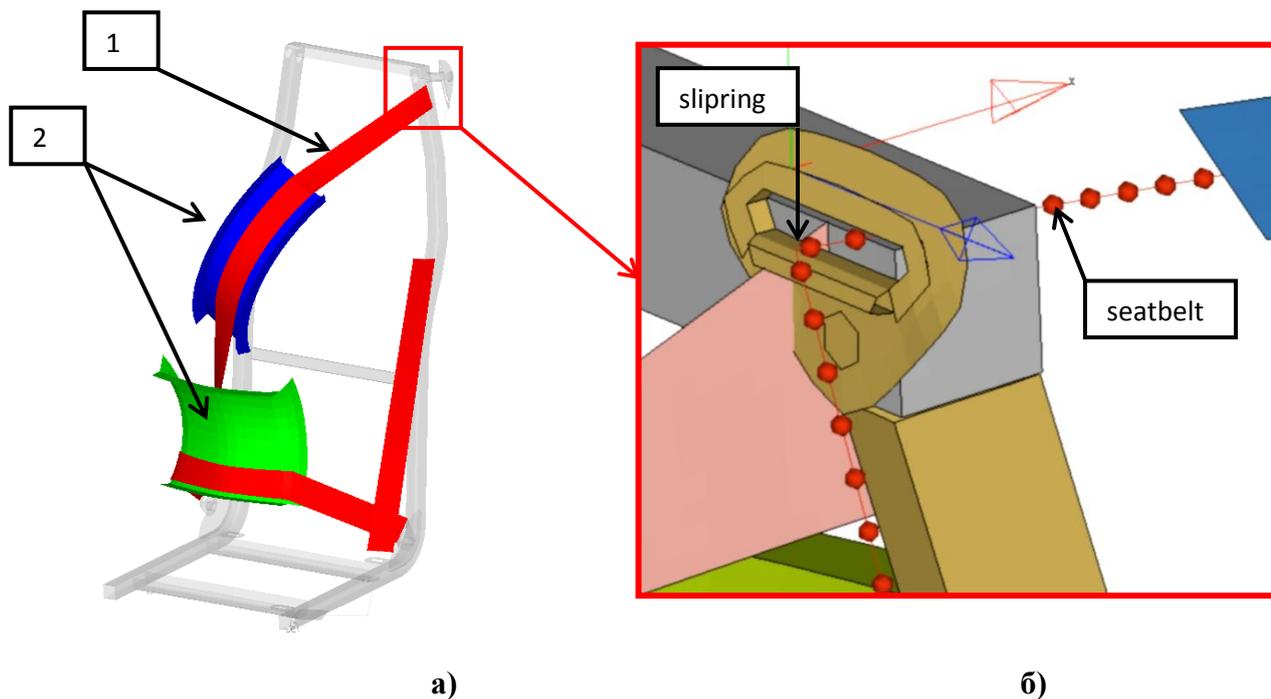


Рис. 5. Максимальные эквивалентные напряжения модели при нагружении модели сзади (а) и спереди (б)

Чтобы тянущее усилие передавалось от блоков к ремню безопасности детали каркаса сидения должны иметь возможность контактировать между собой. Коэффициент трения  $f$  задан равным 0,15. В задаче использован тип контактного взаимодействия: поверхность с поверхностью. На рис. 6, а приведен пример контактирующих поверхностей.

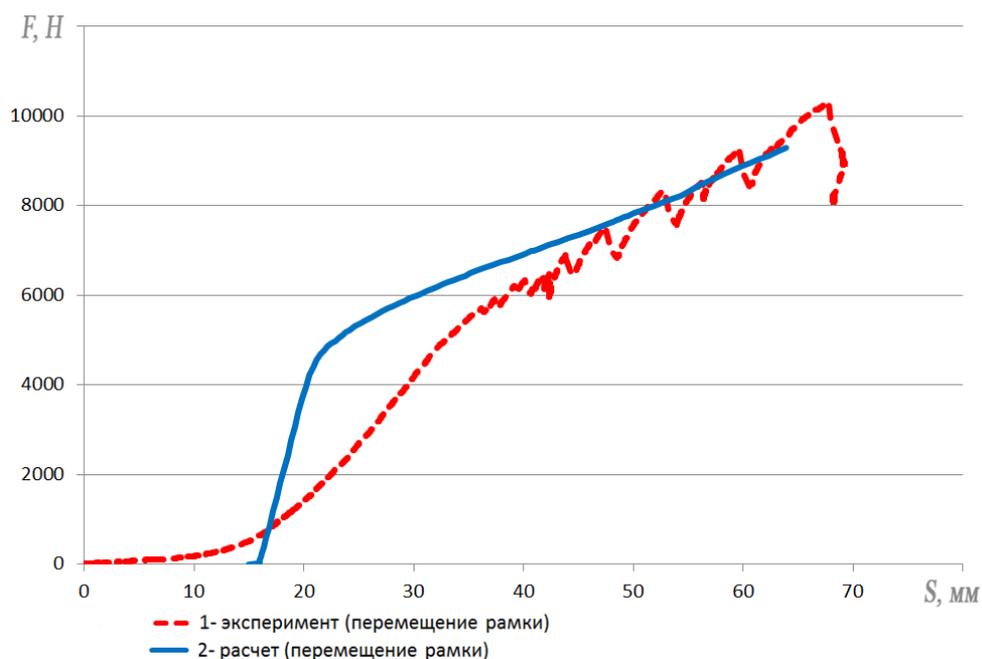
При моделирования ремня безопасности были применены элементы: seatbelt, slipring. На рис. 6, б приведен фрагмент ремня с указанными типами элементов. Элемент slipring используется для имитации проскальзывания ремня безопасности через отверстие в

креплении. Материал ремня безопасности - ткань. Для этого были заданы физические свойства материала, описывающие ткань ( $E=2000$  МПа,  $\rho=1,000e-09$  т/мм<sup>3</sup>).



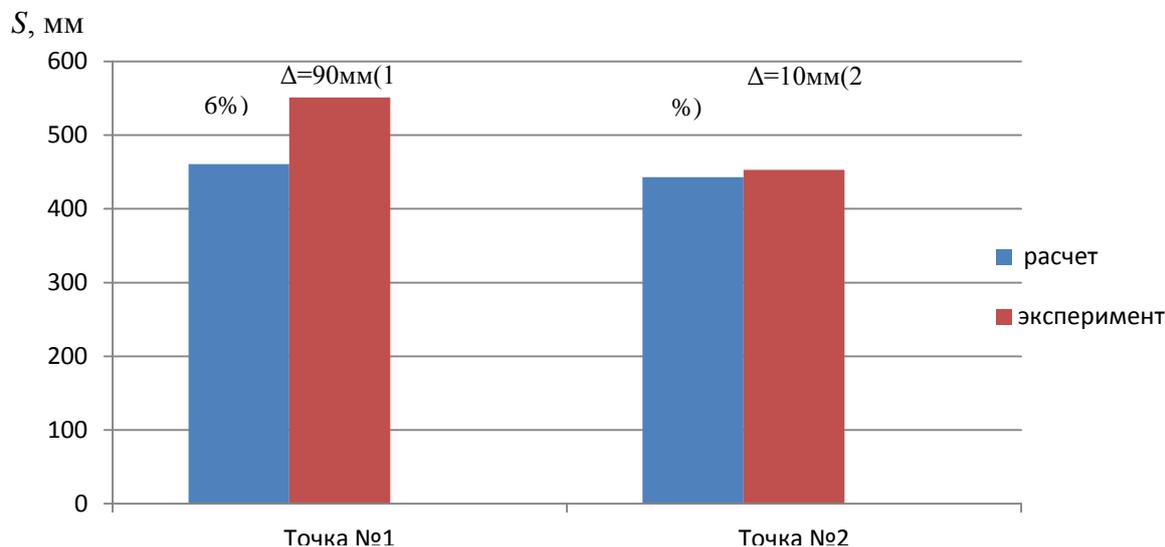
**Рис. 6. Контактные поверхности и фрагмент модели:**  
1 (ремень) - ведомые поверхности; 2 (блоки) - ведущие поверхности

Параллельно расчетам проводятся экспериментальные исследования с использованием современного испытательного оборудования Центра коллективного пользования «Транспортные системы». Для возможности оценки сидений по требованиям безопасности было проведено сравнение данных, полученных в ходе эксперимента и расчета в виде графиков и диаграммы, представленных на рис. 7 и рис. 8.



**Рис. 7. Зависимости усилия на рамке (системы нагрузочных батонов) от ее перемещения для эксперимента (1) и расчета (2)**

На рис. 8 показана зависимость усилия, приложенного к нагружающим батонам от их перемещения. На рис. 9 дано сравнение перемещений контрольных точек, полученных при натуральных испытаниях и при расчете в виде гистограммы. В точке 1 разница между данными расчета и эксперимента составляет 16%, в точке 2 - 2%.



**Рис. 8. Сравнение перемещений контрольных точек:**  
1 - правый верхний угол; 2 - левый верхний угол

Малое расхождение результатов расчетов и экспериментов дает возможность правильно представить процесс нагружения сидения в модели. Это позволяет использовать подход для создания моделей сидений для различных типов транспортных средств. По результатам моделирования можно выделить параметры (толщина сечения основной трубы каркаса сидения, физические параметры материалов, способ изготовления основной трубы каркаса и т.д.), которые влияют на безопасность каркаса сидения. Полученные результаты исследования могут представлять определенный интерес у инженеров-конструкторов, занимающихся разработкой конструкций каркасов сидений.

#### Библиографический список

1. Солопов, Д.Ю. Разработка конечно-элементных моделей автомобильных кресел с пассивными подголовниками, отвечающих требованиям пассивной безопасности / Д.Ю. Солопов, В.Н. Зузов // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 4. <http://technomag.bmstu.ru/doc/706991.html> (дата обращения 27.08. 2014), DOI: 10.7463/0414.0706991.
2. Louis Molino Determination of Moment-Deflection Characteristics of Automobile Seat Backs/ Louis Molino// National Highway Traffic Safety Administration November 25, 1998. <http://www.nhtsa.gov/cars/rules/crashworthy/Seats/deflrep1/deflrep1.html> (дата обращения 28.08.2014).
3. Singh, R. Designing of High Comfort, Reliable and Economical Driver Car Seat / R. Singh, S.L. Ahirwar, S. K. Tiwari// International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. 2013. [http://www.ijetae.com/files/Volume3Issue10/IJETAE\\_1013\\_22.pdf](http://www.ijetae.com/files/Volume3Issue10/IJETAE_1013_22.pdf) (дата обращения 28.08.2014).

4. Lightweight seat concept Development of 'Future Steel Vehicle' seat frame.  
[http://www.tatasteelautomotive.com/file\\_source/StaticFiles/Automotive/new-2013/White%20papers/TS\\_WhitePapers\\_Stage%205\\_EN.pdf](http://www.tatasteelautomotive.com/file_source/StaticFiles/Automotive/new-2013/White%20papers/TS_WhitePapers_Stage%205_EN.pdf) -

*Дата поступления  
в редакцию 30.09.2014*

**S.A. Bagichev, E.V. Kochanov, A.V. Shatilov, A.S. Vashurin, U.P. Trusov**

**COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL STUDY  
OF STRENGTH OF A SEAT FRAME**

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R.E. Alexeev

**Purpose:** of the study is the strength of the passenger seats in accordance with the requirements of ECE Regulations No. 14, 80 (GOST R 41.80-99, 41.14-2003) and the verification of the model by experimental results.

**Design/methodology/approach:** The simulation study based on static and dynamic analysis method with using of Finite Elemental Method that allows taking into account main seat parameters and behavior.

**Findings:** It is possible to apply the research results for estimation of passive safety characteristics of seats on the basis of simulation results that shows high convergence with experimental data.

**Research limitations/implications:** The present study provides a starting-point for further research in the field of passive safety and estimation of seats and theirs components.

**Originality/value:** The main peculiarity of the study is original approach of computer simulation of seat behavior that could have a good practical application.

*Key words:* seat, frame, simulation, passive safety.