

# БЕЗОПАСНОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

---

*Сборник материалов 71 - й международной  
научно-технической конференции*

*(12-13 октября 2010 г.)*

---

*Посвящается 75-летию кафедры  
«Автомобили и тракторы» НГТУ им. Р.Е. Алексеева*

Нижний Новгород 2010

**УДК 629.113**  
**ББК 39.33-01**  
**Б 791**

В материалах излагаются актуальные вопросы развития научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ в автомобилестроении, а также проблемы развития транспортного машиностроения; совершенствование методов проектирования и исследования транспортных и транспортно-технологических машин посредством высоких технологий. Рассматриваются вопросы производства, испытания и эксплуатации транспортных машин. Сборник предназначен для научных и инженерно-технических работников, занимающихся проектированием, производством, испытаниями, технической и коммерческой эксплуатацией транспортных машин.

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОМИССИЯ:**

к.т.н., доц. А.М. Грошев (председатель), к.т.н., доц. С.М. Огороднов, (зам. председателя), д.т.н., проф. Л.Н. Орлов, д.т.н., проф. В.Н. Кравец, д.т.н., проф. А.П. Куляшов, д.т.н., доц. Ю.И. Молев, д.т.н., проф. Н.А. Кузьмин, к.т.н., доц. К.Я. Лелиовский (техн. секретарь), Г.А. Конилова.

## ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ КУЗОВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

А.С. ВАШУРИН<sup>1</sup>, А.В. ГЕРАСИН<sup>1</sup>, Л.Н. ОРЛОВ<sup>1</sup>, К.С. ИВШИН<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

<sup>2</sup>Ижевский государственный технический университет

В настоящее время все более широкое распространение получают кузовные (корпусные) конструкции из многослойных панелей. Такие конструкции обладают рядом преимуществ по сравнению с классическими металлоконструкциями. Многослойные конструкции (чаще всего трехслойные) представляют собой объемные композиции из листов обшивки и расположенного между ними заполнителя. В настоящее время в России применение трехслойных конструкций получило широкое распространение при производстве фургонов и вахтовых автобусов на шасси грузовых автомобилей. Вахтовые автобусы такого типа производятся большим количеством автопредприятий, например, ООО «Автофургон», ООО «ПромАвто», ООО «Автомеханический завод» и др. Поскольку многослойные панели применяются для кузовов автобусов, то особенно важным является исследование их поведения в условиях аварийного нагружения и оценки пассивной безопасности конструкций, выполненных из многослойных панелей. Требования безопасности, предъявляемые к конструкциям многоместных автобусов, регламентируются Правилами ЕЭК ООН № 66. Оценка пассивной безопасности в соответствии с данными Правилами проводится по результатам натурных испытаний, однако допускается так же использование методов расчетной оценки при условии их адекватности и достоверности.

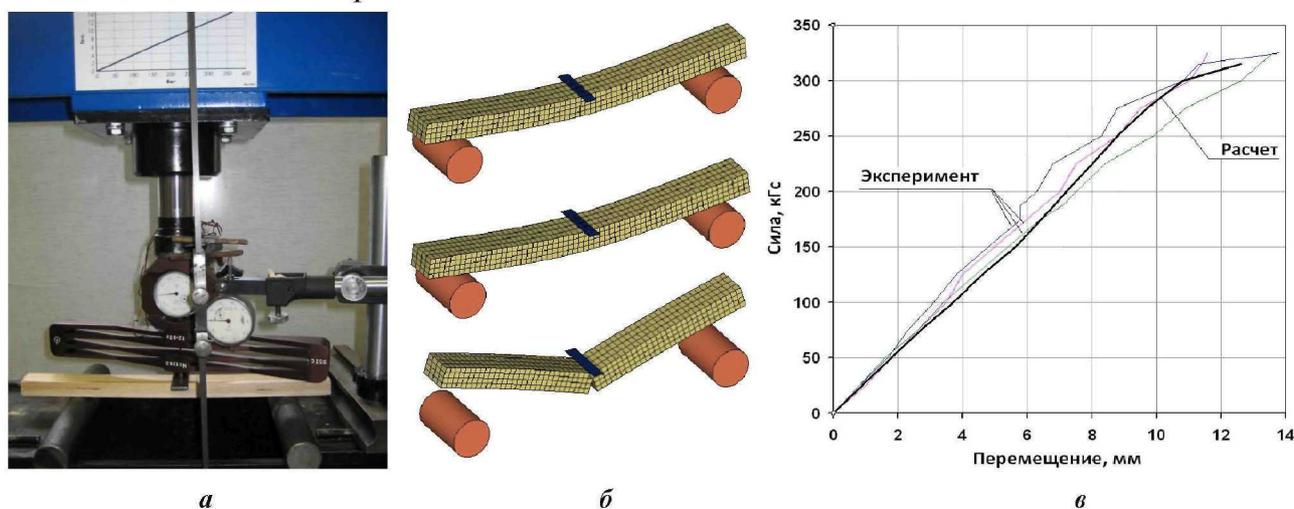


Рис. 1. Расчетно-экспериментальное исследование поведения деревянных брусков

*а* - натурные испытания;

*б* - имитационное моделирование;

*в* - графики изменения вертикальной нагрузки, действующей на деревянный образец, в зависимости от изгибных деформаций.

Наибольшее распространение получили методики компьютерного моделирования аварийных ситуаций, основанные на методе конечных элементов. Для получения адекватных результатов при моделировании конструкции одной из важнейших задач является определение характеристик материалов. Для многослойных панелей необходимо иметь данные для каждого используемого материала. После валидации характеристик отдельных материалов необходимо проверить и при необходимости откорректировать характеристики в составе модели трехслойной панели таким образом, чтобы данные расчетов имели наилучшую сходимость с данными экспериментальных исследований. В данной работе исследования проводились для сэндвич - панели, состоящей из трех слоев: наружного – алюминиевого листа, внутреннего – фанеры и армированного пенопо-

листиролового заполнителя на деревянном каркасе. Определение характеристик деревянных образцов проводилось в условиях изгибного нагружения, при этом нагрузка прикладывалась как перпендикулярно, так и параллельно волокнам дерева. В каждом направлении проводилось по несколько испытаний. Образцы выбирались таким образом, чтобы отклонения направления волокон древесины составляло не больше  $10^\circ$  от осей симметрии образца. Образец устанавливался на цилиндрические опоры (рис. 1,а), лишенные относительного проскальзывания. Для регистрации нагрузки применялся динамометр, а для определения перемещений использовался штангенциркуль и индикатор часового типа на специальной подставке.

На рис. 1,б показана схема нагружения конечно-элементной модели (КЭМ) деревянного бруска и результаты моделирования изгибного нагружения. На рис. 1,в показаны графики экспериментальных кривых и график, полученный при конечно-элементном анализе, с учетом подобранных характеристик дерева. Видно, что расчетные данные хорошо согласуются с данными экспериментальных исследований, что свидетельствует об адекватном представлении деревянных элементов. Следует отметить, что при моделировании дерева использовались объемные восьмиузловые элементы типа *SOLID*, а в характеристиках дерева учитывался критерий разрушения, позволяющий симитировать излом деревянного бруска при нагрузке, превышающей критическое значение. Испытания образцов пенополистиролового заполнителя проводилось в два этапа: первоначально определялись характеристики пенополистирола, затем определялись характеристики армированного фанерой пенополистирола.

На рис. 2,а показана схема натуральных испытаний образца пенополистиролового наполнителя, по результатам которых были определены характеристики наполнителя, необходимые для имитационного моделирования. На рис. 2,б показаны графики изменения вертикальной нагрузки, действующие на образец фанеры, полученные при испытаниях и компьютерном моделировании. Видно, что результаты расчетов имеют хорошую сходимость с экспериментальными данными, при этом расхождение результатов не превышает 20%, что является вполне допустимым. Испытания образцов из алюминия не проводились ввиду большого количества информации по характеристикам данных материалов в справочной литературе.

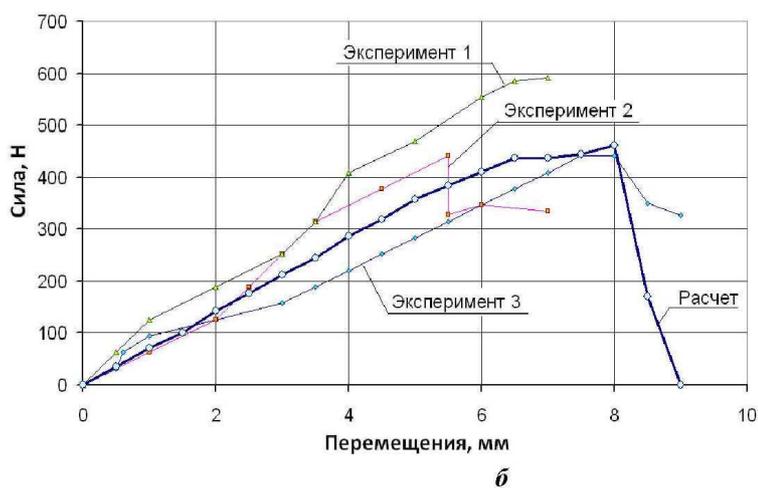


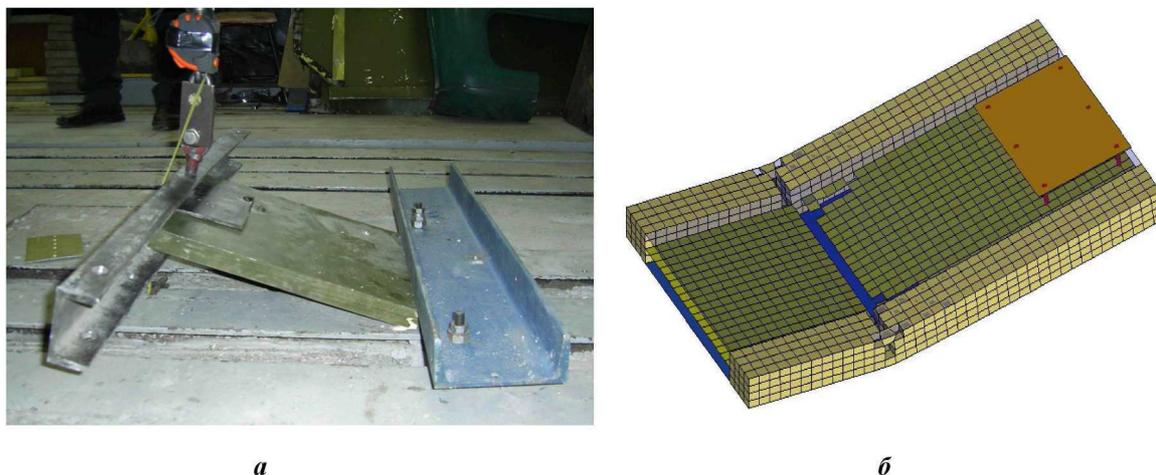
Рис. 2. Исследования характеристик заполнителя (пенополистирола) и фанеры:

а - схема натуральных испытаний заполнителя;

б - графики изменения вертикальной нагрузки, действующей на образец фанеры в зависимости от изгибных деформаций.

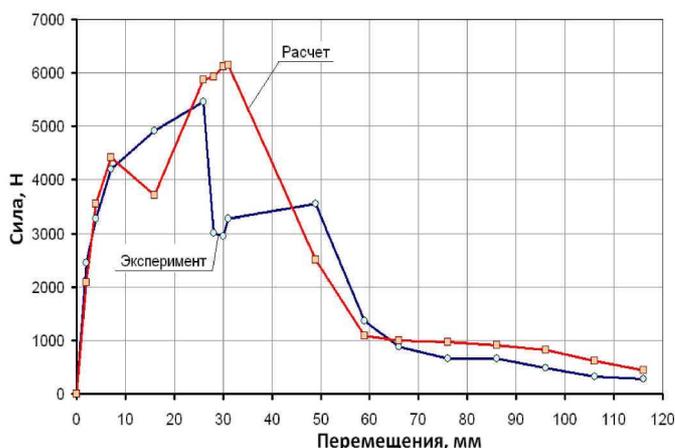
После определения характеристик составляющих элементов сэндвич - панели была выполнена оценка адекватности расчетной модели панели на основе сравнения результатов компьютерного моделирования с данными экспериментальных исследований, заключающихся в изгибном нагружении образца панели с консольным закреплением. Фрагменты проведения испытаний представлены на рис. 3,а, деформированный вид КЭМ на рис. 3,б. Как показали результаты сравнения расчетов с данными эксперимента (рис. 4), расхождение в ре-

зультатах по максимальному значению разрушающей нагрузке не превышали 10%, что является вполне приемлемым.



**Рис. 3. Расчетные и экспериментальные исследования сэндвич - панели**  
*а* - проведение испытаний;  
*б* - КЭМ деформированной сэндвич – панели.

Таким образом, определенные в ходе экспериментальных исследований характеристики материалов, используемые в многослойных панелях, позволяют разрабатывать достоверные расчетные модели элементов сэндвич-панелей, использование которых в подробных моделях кузовных конструкций позволяет повысить точность компьютерного моделирования при оценке прочности и безопасности кузовных конструкций.



**Рис. 4. Графики изменения нагрузки для расчетной модели и экспериментального образца многослойной панели**

УДК 629.113

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Д.В. ЗЕЗЮЛИН<sup>1</sup>, А.М. НОСКОВ<sup>1</sup>, С.А. БАГИЧЕВ<sup>1</sup>, Р.А. МУСАРСКИЙ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексева

<sup>2</sup>Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Разработка имитационной модели колесных транспортных средств (КТС) является основным этапом их автоматизированного проектирования, позволяющего сократить сроки создания новых транспортных средств, а также доводки и модернизации существующих образцов машин. Одной из ключевых задач имитационного моделирования является разработка модели исследуемого объекта, наиболее полно соответствующая реальному образцу. Известно, что существует большое разнообразие расчетных моделей криволинейного движения