Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»
Автомобильно-дорожный институт
Кафедра «Организация и безопасность движения»

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОЛКНОВЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ С ПРЕГРАДОЙ

Автор ВРК: **Нугаев А. С.**

Группа: **ТТП-21м**

Специальность: **230401 «Технология транспортных процессов»**

Руководитель ВКР: **к.т.н., проф. Домке Э. Р.**

г. Пенза, 2016

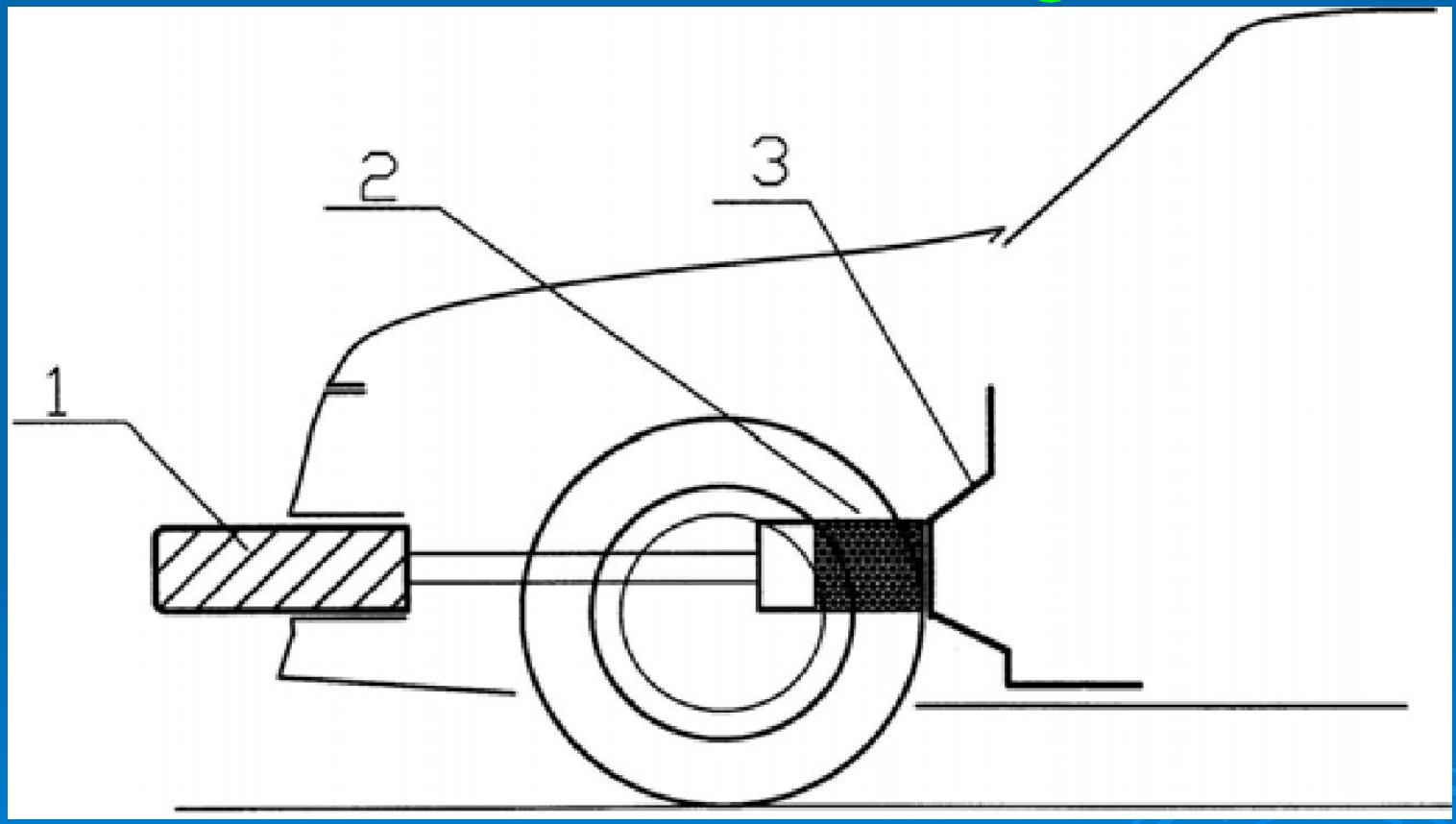
Цель исследований :

Повышение эффективности проведения дорожно-транспортной экспертизы в зависимости от изменения напряженно-деформированного состояния бампера автомобиля.

Задачи исследований :

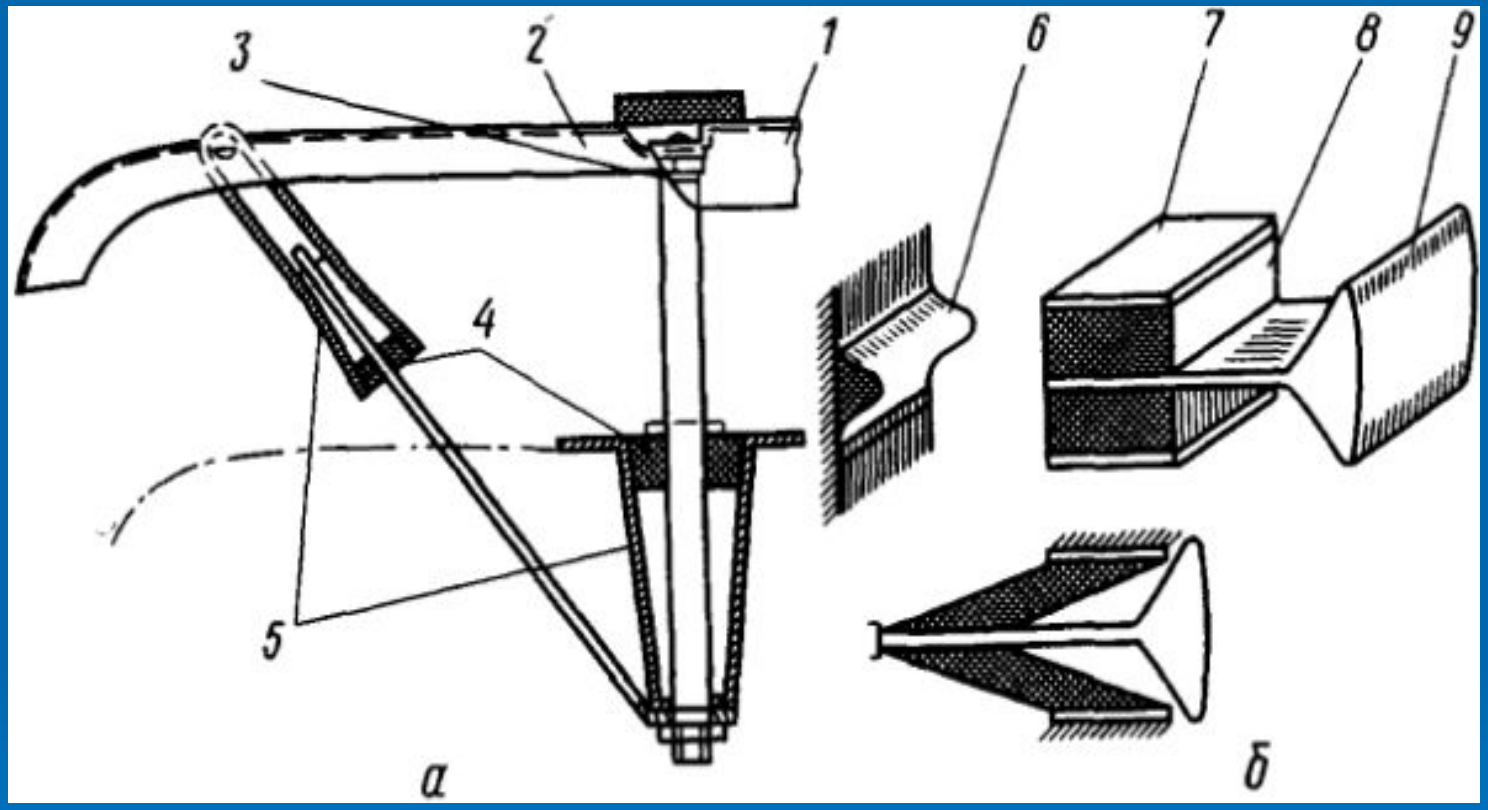
-разработать критерий оценки безопасности конструкции бампера легкового автомобиля;
- разработать методику определения напряженно-деформированных показателей бампера автомобиля с учетом его конструктивных особенностей.

Схема безопасного бампера экспериментального автомобиля компании *Volkswagen*:



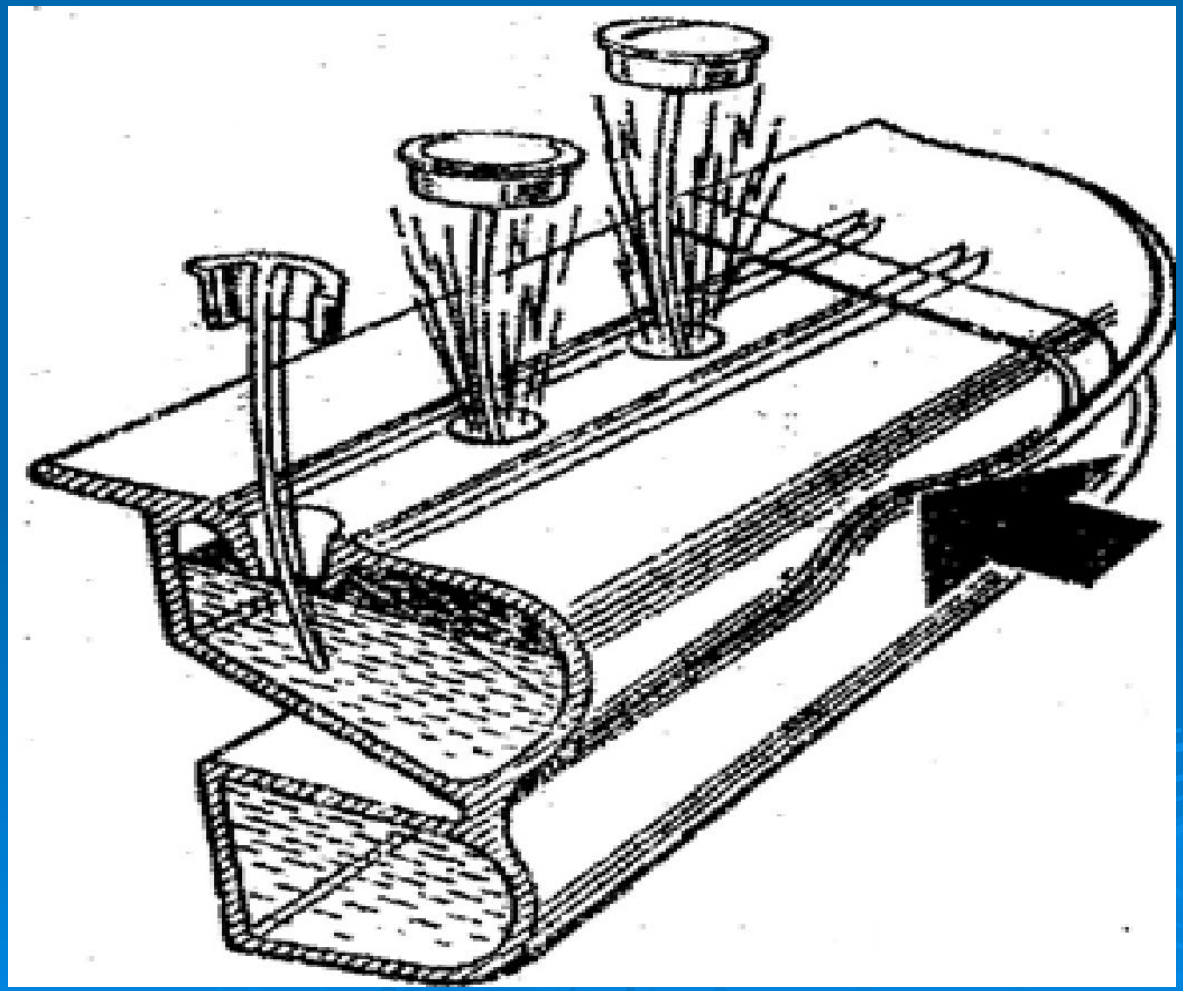
1 – подвижный бампер; 2 – цилиндр с энергопоглощающим наполнителем; 3 – щит передней части кузова

Конструктивная схема безопасного бампера с упругими амортизирующими элементами:



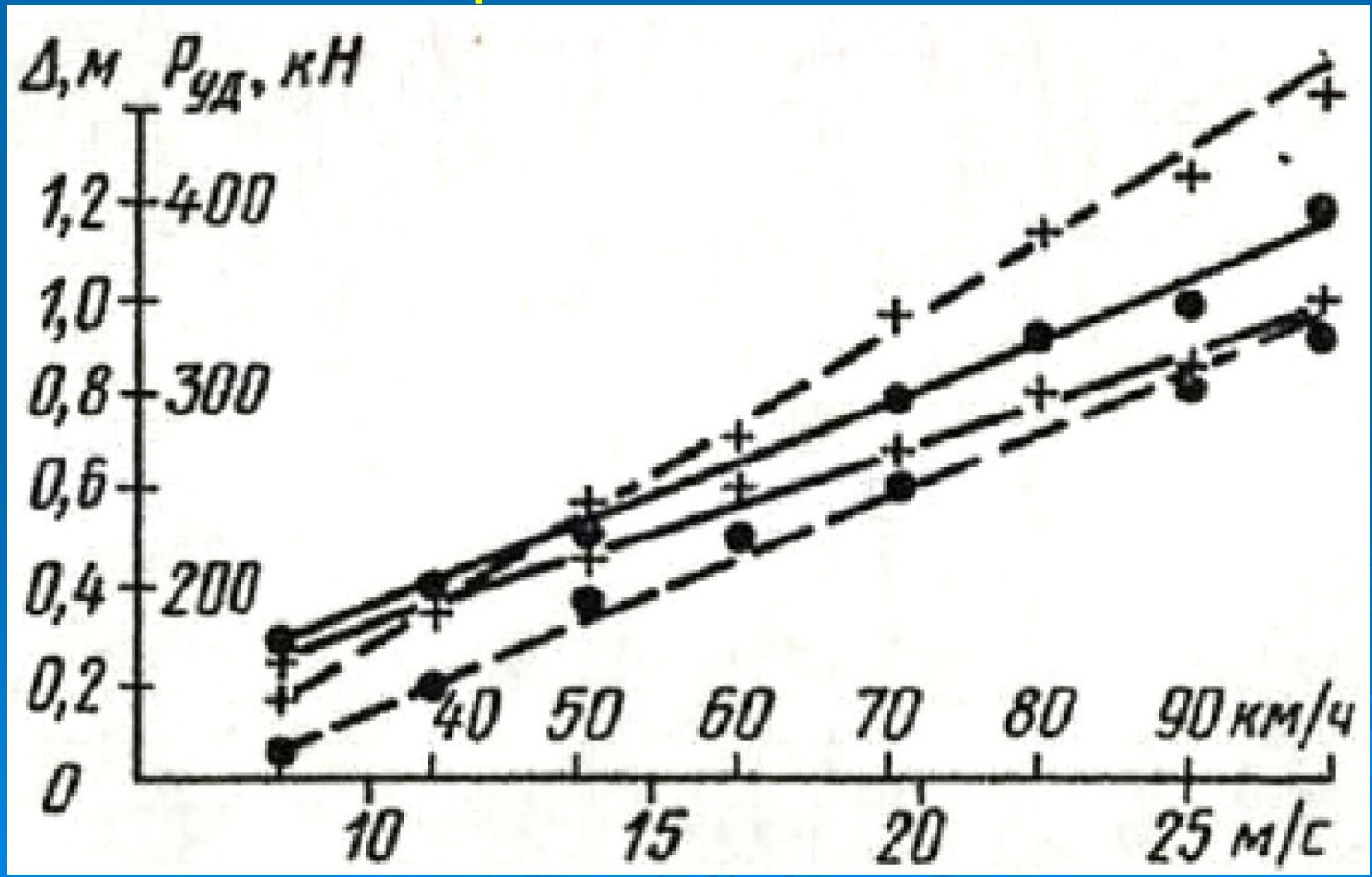
а – работающими на сжатие; б – работающими на сдвиг;
1 – балка; 2 – боковое крыло; 3 – шарнир; 4 – упругий элемент;
5 – энергопоглощающий конус; 6 – буфер; 7 – обойма; 8 – резиновый упругий элемент; 9 – поперечный брус бампера

Гидропневматический бампер с легко деформируемой оболочкой (с выбиваемыми заглушками)

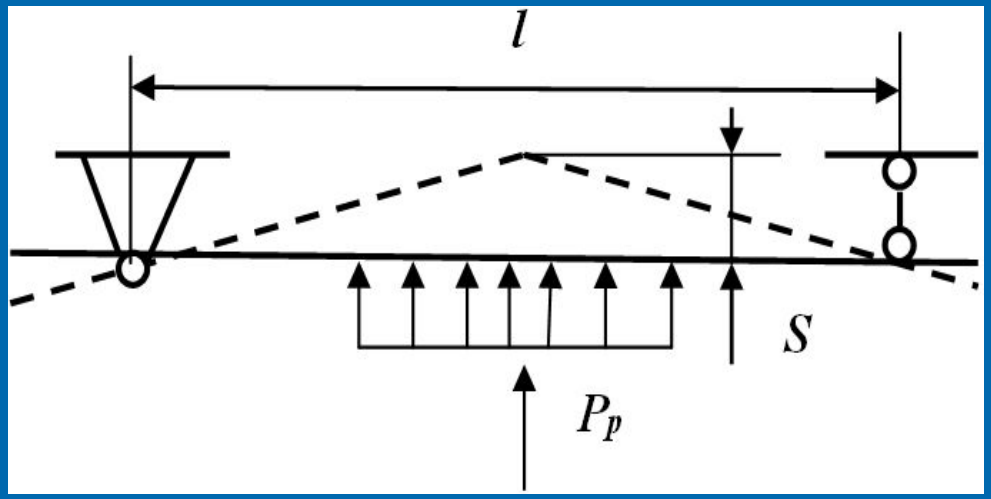


Комплекс испытаний бамперов автомобилей

Зависимости деформации кузова и силы удара от скорости автомобиля



Расчетная схема и механизм разрушения бампера



$$P'_{\text{р}} = 4 \cdot W_{\text{пл}} \cdot \sigma_{\text{т}} / l; \quad P''_{\text{р}} = 8 \cdot W_{\text{пл}} \cdot \sigma_{\text{т}} / l,$$

где l – длина бампера между опорами, м;

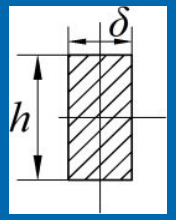
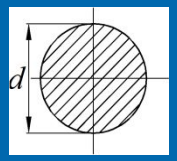
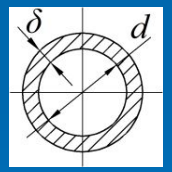
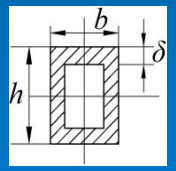
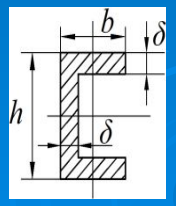
$W_{\text{пл}}$ – пластический момент сопротивления сечения, м^3;

$\sigma_{\text{т}}$ – предел текучести материала, МПа.

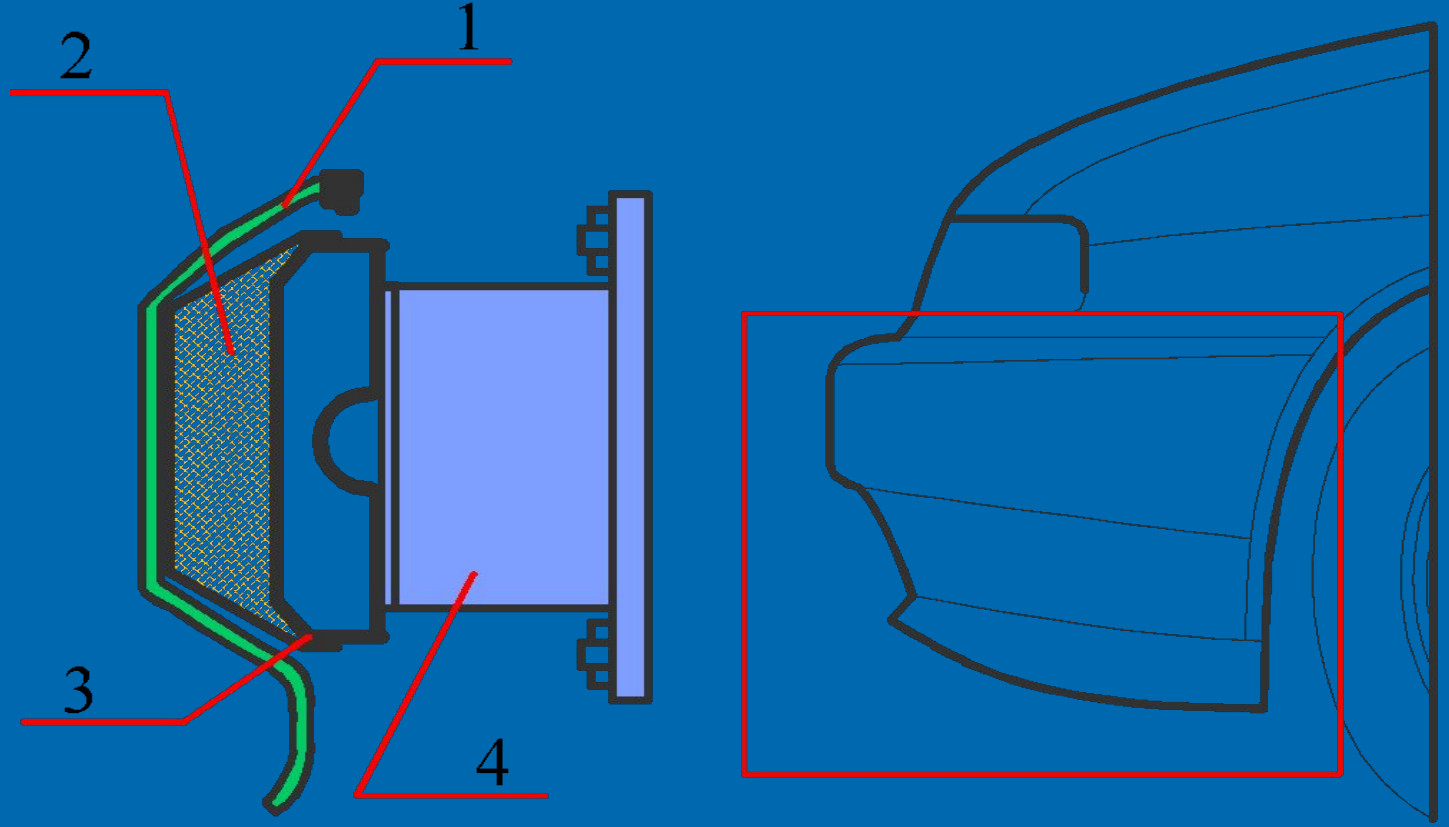
$$v_{\text{а}} = \sqrt{2 \cdot P_{\text{р}i} \cdot S / m_{\text{а}}}.$$

$$W_{\text{пл}} = m_{\text{а}} \cdot v_{\text{а}}^{\,2} \cdot l / 8 \cdot \sigma_{\text{т}} \cdot S_{\text{доп}}.$$

Характеристики сечений

ФОРМА	*W*пл
	$\frac{1}{4}bh^2$
	$\frac{1}{6}d^3$
	$\frac{1}{6}d^3\left[1-\left(1-\frac{2\delta}{d}\right)^3\right]$
	$b\delta(h-\delta)+\frac{1}{2}\delta(h-2\delta)^2$
	$\frac{1}{2}bh\delta$

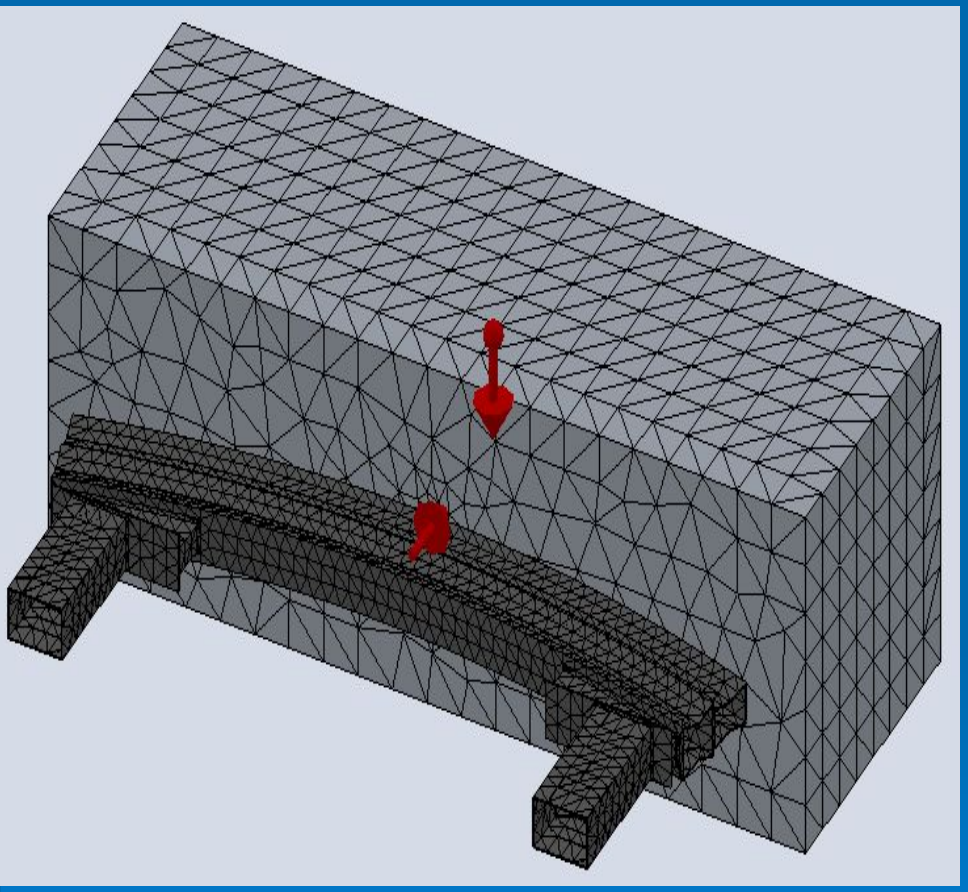
Сравнительный анализ разрушений автомобиля, выполненный компанией Volkswagen



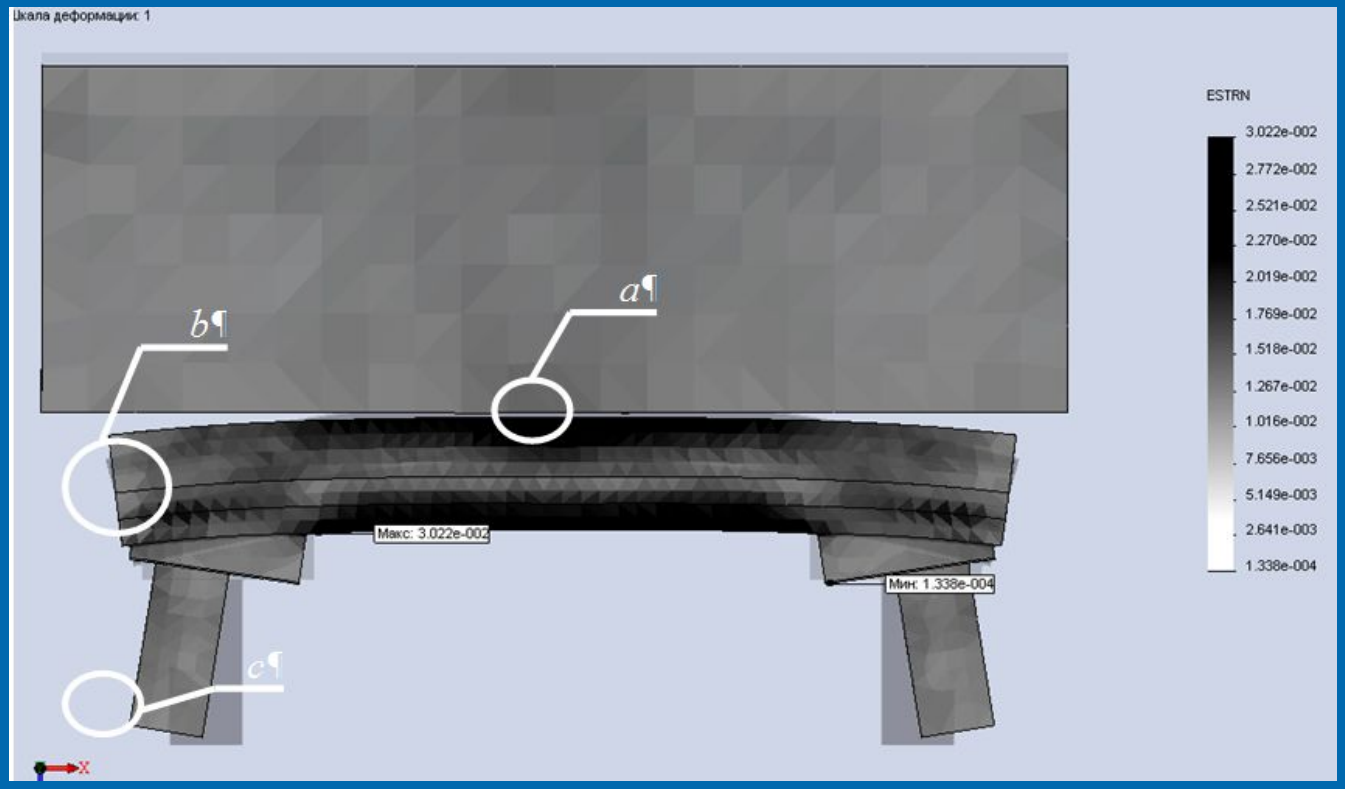
Основные части бампера автомобиля:

1 – наружная пластиковая оболочка (полипропилен);

2 – энергопоглощающий наполнитель; 3 – балка (усилитель); 4 – кронштейн



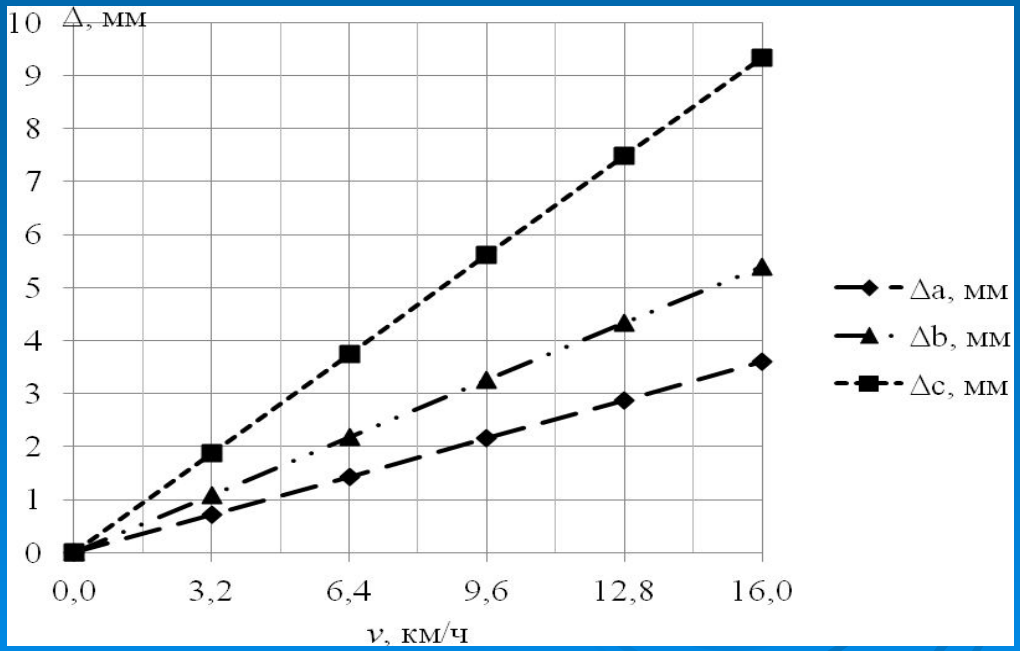
Модель столкновения системы бампера с жестким барьером с нанесенной на объекты сеткой.
Стрелками показаны направления векторов скорости и ускорения свободного падения



Вид эпюры эквивалентных деформаций с указанием максимальных и минимальных значений

Результаты испытания системы бампера в интервале скоростей 0–16 км/ч

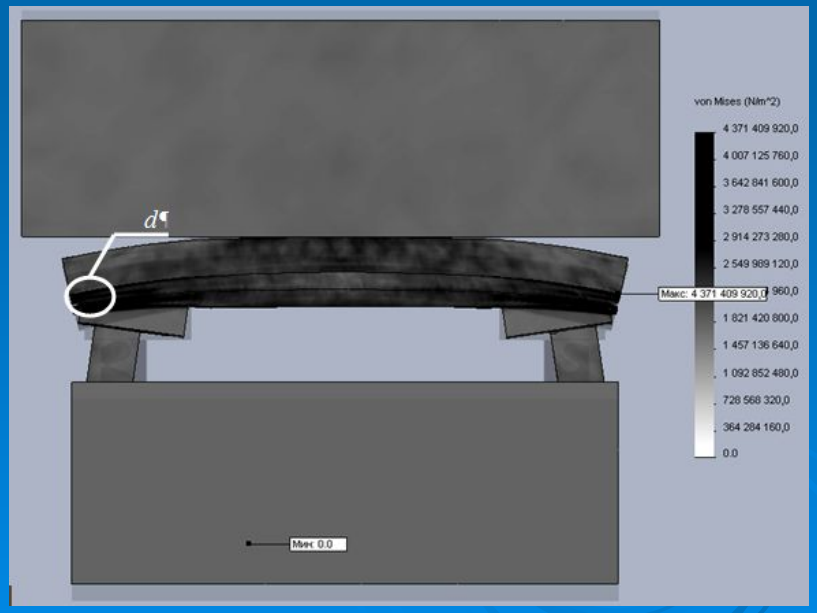
Скорость столкновения, *v*		Деформации			Эквивалентные напряжения по Мизесу σ, МПа	
км/ч	м/с	зона *a*, Δ_a, мм	зона *b*, Δ_b, мм	зона *c*, Δ_c, мм	в месте соединения кронштейна с секцией усилителя	в месте удара
0	0	0	0	0	0	0
3,2	0,89	0,7	1,1	1,9	86,4	48,7
6,4	1,78	1,4	2,2	3,7	172,1	97,6
9,6	2,67	2,2	3,3	5,6	249,7	146,1
12,8	3,56	2,9	4,3	7,5	332,8	193,7
16,0	4,44	3,6	5,4	9,3	407,3	244,2



Характер зависимости деформации в зонах *a*, *b* и *c* от скорости столкновения

Результаты испытания модифицированной системы бампера в интервале скоростей 0–16 км/ч

Скорость столкновения, v		Деформации			Эквивалентные напряжения по Мизесу σ, МПа	
км/ч	м/с	зона a, Δ_a, мм	зона b, Δ_b, мм	зона c, Δ_c, мм	в месте соединения кронштейна с секцией усилителя	в месте удара
0	0	0	0	0	0	0
3,2	0,89	0,74	1,97	2,40	107,6	83,5
6,4	1,78	1,48	3,95	4,74	218,1	169,9
9,6	2,67	2,21	5,93	7,02	332,6	260,2
12,8	3,56	2,95	7,94	9,27	459,6	351,6
16,0	4,44	–	–	–	–	–



Особенности распределения напряжений с учетом воздействия автомобиля

Вывод

Проанализировано влияние изменения основных конструкционных параметров бампера на его напряженно-деформированное состояние:

– наблюдается уменьшение значения критической скорости в 1,67 раз для модели, учитывающей воздействие автомобиля на систему бампера, по сравнению с моделью, не рассматривающей влияние на бампер автомобиля;

– анализ различных соотношений толщин 2-секционного усилителя бампера позволил сделать вывод о преимуществе варианта с толщиной 1-й секции $t1$=2,2 мм, 2-й секции $t2$ = 2 мм;

– наблюдается улучшение безопасных свойств системы бампера с увеличением толщины энергопоглощающего элемента. Так, использование такого элемента толщиной 30 мм обеспечивает сохранение безопасных функций бампера до достижения скорости 32 км/ч (8,89 м/с), что в 2 раза превышает значение критической скорости бампера подобной конструкции, у которой отсутствует энергопоглощающий элемент.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ