

## Improving certification tests to assess the passive safety of buses

Kalmykov B.<sup>1</sup>, Fetisov V.<sup>2</sup>, Garmider A.<sup>3</sup>, Kalmykova Ju.<sup>4</sup>

### Совершенствование сертификационных испытаний

#### по оценке пассивной безопасности автобусов

Калмыков Б. Ю.<sup>1</sup>, Фетисов В. М.<sup>2</sup>, Гармидер А. С.<sup>3</sup>, Калмыкова Ю. Б.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Калмыков Борис Юрьевич / Kalmykov Boris Yurevich – кандидат технических наук, доцент;

<sup>2</sup>Фетисов Владимир Михайлович / Fetisov Vladimir – кандидат технических наук, профессор;

<sup>3</sup>Гармидер Александр Сергеевич / Garmider Alexandr Sergeevich – аспирант,  
кафедра техники и технологии автомобильного транспорта,

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ, г. Шахты, Ростовская область;

<sup>4</sup>Калмыкова Юлия Борисовна / Kalmykova Julia Borisovna – студент,  
кафедра исторической политологии,

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

**Аннотация:** в статье предложен метод проведения сертификационных испытаний комплектного транспортного средства по Правилам ЕЭК ООН № 66. В отличие от традиционного метода предлагается опрокидывать автобусы с заранее рассчитанной высоты, зависящей от габаритных размеров автобуса.

**Abstract:** this paper proposes a method of certification testing integrated vehicle ECE Regulation № 66. In contrast to the traditional method proposed overturning buses with pre-calculated height, depending on the dimensions of the bus.

**Ключевые слова:** безопасность, автобус, кузов, сертификация.

**Keywords:** safety, bus body, certification.

Традиционная организационная схема проведения сертификационных испытаний автобусов заключается в следующем [1]:

- 1) установка датчиков перемещений в пассажирском салоне автобуса;
- 2) установка автобуса в исходное положение для проведения испытаний (рис. 1 [2]);
- 3) опрокидывание автобуса в кювет;
- 4) оформление протокола испытаний.

Проведенный в работе [3] анализ показал, что для оптимизации высоты опрокидывания в зависимости от габаритных размеров автобуса высота уступа колеблется от 0,93 м до 1,39 м.

Рассмотрим параметр R, представленный на рис. 1, который рассчитывается по формуле:

$$R = \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + H_3^2}, \quad (1)$$

где W – габаритная ширина автобуса, м;

$H_3$  – высота расположения центра тяжести автобуса, м.

Другой параметр Q (рис. 1) определяется по формуле:

$$Q = \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2}, \quad (2)$$

где H – габаритная высота автобуса, м.

Как видно из полученных выражений, представленные параметры R, Q характеризуют взаимосвязь габаритных показателей автобусов и координаты центра тяжести. Поэтому очень важно учесть, что при опрокидывании автобуса высота уступа зависела от одного из этих параметров.

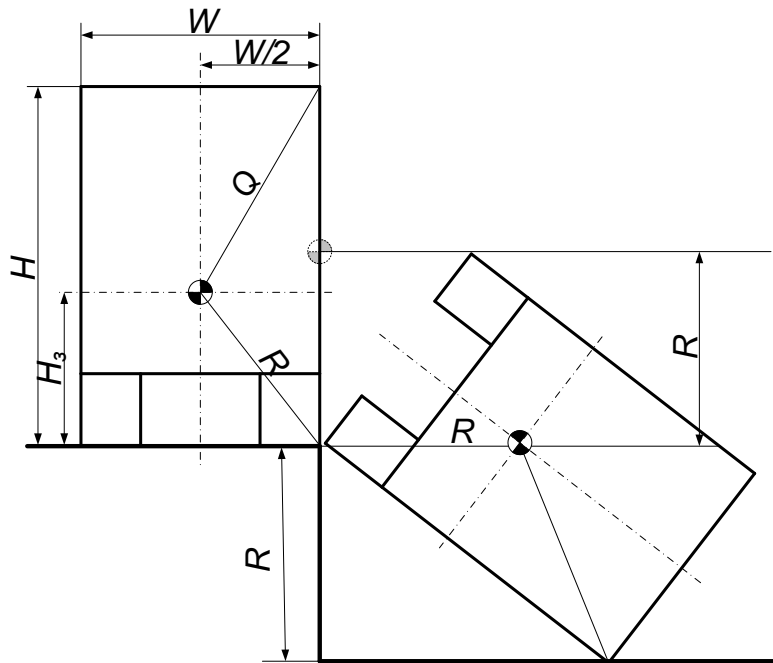


Рис. 1. Предлагаемая высота опрокидывания автобуса

Рассчитаем численные значения этих параметров для марок и моделей автобусов, представленных в [3]. Результаты расчетов представим в виде таблицы 1.

Таблица 1. Расчетные значения параметров  $R$ ,  $Q$  для следующих автобусов

Марка, тип автобуса	КаВ 3-3976	ПАЗ -3205	ЛиАЗ- 5256	IKARUS -365.10	MERCEDES- BENZ O 302 V-8
Размеры, м:					
– габаритные:					
высота	3,03	2,95	3,007	3,47	3,14
ширина	2,38	2,5	2,5	2,5	2,5
– высота расположения центра тяжести	0,99	0,9	0,87	1,3	1,24
Скорректированная высота опрокидывания по [3]	1,09	0,93	0,93	1,39	1,19
Параметр $R$ , м	1,55	1,54	1,52	1,8	1,76
Параметр $Q$ , м	2,36	2,4	2,47	2,5	2,27

Как видно из таблицы 1, параметр  $Q$  практически равен габаритной ширине автобусов, а параметр  $R$  пропорционально увеличивается с увеличением высоты расположения центра тяжести.

Поэтому предположим, что высота опрокидывания должна быть равна  $R$ . Рассмотрим, как изменятся энергия удара и перемещения стоек кузова автобусов ЛиАЗ-5256 при опрокидывании с уступа высотой 0,8 м [1], 0,93 м [3] и предложенной высотой, равной  $R = 1,54$  м. Для проведения расчетов воспользуемся [2, 4-6].

Результаты расчетов приведены в таблице 2. Как видно из таблицы 2, значения перемещений стоек автобуса ЛиАЗ-5256 при опрокидывании с разной высоты увеличиваются при её увеличении. Однако при опрокидывании с высоты 0,8 м и 0,93 м перемещения стоек отличаются незначительно, на 4-8 мм. Тогда как при увеличении высоты до 1,54 м стойки деформируются больше на 30-60 мм, что позволяет более точно оценить прочность конструкции кузова автобуса.

Таблица 2. Изменение энергии удара и перемещения стоек кузова автобусов ЛиАЗ-5256 при опрокидывании с уступа

№ стойки	$h_0 = 0.8$ м		$h_0 = 0.93$ м		$h_0 = R = 1,54$ м	
	$E_i$ , Дж	$l_i$ , мм	$E_i$ , Дж	$l_i$ , мм	$E_i$ , Дж	$l_i$ , мм
1	4342	71,7	4612	76,2	5843	96,9
2	5191	74,9	5514	79,7	6986	101,3
3	6309	79,4	6702	84,4	8491	107,4
4	7384	82,9	7843	88,1	9937	112,1
5	8458	86,2	8984	91,7	11384	116,9
6	7222	164,8	7672	175,3	9720	223,2
7	9778	175,8	10386	187	13159	238,3
8	12333	187,1	13100	199,1	16598	253,9
9	13507	192,4	14347	204,7	18178	261,1
10	13826	193,8	14686	206,2	18608	263

Поэтому предлагаемая схема проведения сертификационных испытаний автобусов будет отличаться от традиционной проведением расчета высоты уступа по формуле (1).

### *Литература*

1. Правила ЕЭК ООН № 66 (02) / Пересмотр 1. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения крупногабаритных пассажирских транспортных средств в отношении прочности их силовой структуры // Европейская Экономическая Комиссия, Женева.
2. *Калмыков Б. Ю.* Подготовительный этап метода определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации кузова автобуса / Калмыков Б. Ю., Овчинников Н. А., Гармидер А. С., Калмыкова Ю. Б. Проблемы современной науки и образования / Problems of modern science and education, №11 (41), 2015 г.
3. *Калмыков Б. Ю.* Определение высоты опрокидывания автобуса при оценке прочности конструкции его кузова / Калмыков Б. Ю., Овчинников Н. А., Высоцкий И. Ю. Автомобильная промышленность. 2012. № 10. С. 33-36.
1. *Калмыков Б. Ю.* Энергетический этап метода определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации кузова автобуса / Калмыков Б. Ю., Овчинников Н. А., Гармидер А. С., Калмыкова Ю. Б. International scientific review, № 8 (9), 2015 г.
4. *Калмыков Б. Ю.* Нагрузочный этап метода определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации кузова автобуса / Калмыков Б. Ю., Овчинников Н. А., Гармидер А. С., Калмыкова Ю. Б. International scientific review, № 8 (9), 2015 г.
5. *Калмыков Б. Ю.* Расчет значений нагрузок оконных стоек кузова автобуса ЛиАЗ-5256 методом определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации кузова автобуса. / Калмыков Б. Ю., Овчинников Н. А., Гармидер А. С., Калмыкова Ю. Б. European science, № 8 (9), 2015 г.