

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИИ АВТОБУСА ПРИ ЕГО ОПРОКИДЫВАНИИ

Басакевич С.В.¹, Поливенко В.С.², Хвостов О.В.³

Email: Basakevich17133@scientifictext.ru

¹Басакевич Сергей Владимирович – кандидат технических наук, магистрант;

²Поливенко Владимир Сергеевич – магистрант;

³Хвостов Олег Владимирович – магистрант,
кафедра техники и технологий автомобильного транспорта,
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
Донской государственной технической университет
г. Шахты, Ростовская область

Аннотация: в статье рассмотрены две актуальные проблемы, связанные, во-первых, с несовершенством Правил ЕЭК ООН № 66, оценивающих прочность верхней части конструкции кузова автобуса; во-вторых, с отсутствием методик, определяющих максимальный срок эксплуатации автобусов на дорогах Российской Федерации.

Первая проблема заключается в том, что европейским стандартом определена только минимальная высота опрокидывания, с которой и производят опрокидывание всех автобусов. Однако это не исключает того, что высота может быть больше, поэтому в работе представлена формула для расчета этой высоты, учитывающая весогабаритные характеристики любого автобуса. В отношении второй проблемы в работе приведен метод оценки прочности кузова автобуса, позволяющий определить критические значения величины его пробега или срока эксплуатации.

Ключевые слова: безопасность, автобус, кузов, эксплуатация.

IMPROVING THE SAFETY OF THE BUS CONSTRUCTION WHEN ITS TIPPING

Basakevich S.V.¹, Polivenko V.S.², Khvostov O.V.³

¹Basakevich Sergey Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Master Student;

²Polivenko Vladimir Sergeevich – Master Student;

³Khvostov Oleg Vladimirovich – Master Student,

DEPARTMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY OF AUTOMOBILE TRANSPORT,
INSTITUTE OF THE SERVICE SECTOR AND ENTREPRENEURSHIP (BRANCH)
DON STATE TECHNICAL UNIVERSITY,
SHAKHTY, ROSTOV REGION

Abstract: the article discusses two topical problems associated, firstly, with the imperfection of the UNECE Regulation No. 66, assessing the strength of the upper part of the bus body structure; secondly, with the lack of methods that determine the maximum service life of buses on the roads of the Russian Federation.

The first problem is that the European standard defines only the minimum height of the rollover, with which all buses overturn. However, this does not exclude the fact that the height can be more, therefore the paper presents a formula for calculating this height, taking into account the weight and dimensional characteristics of any bus. With regard to the second problem in the work, a method for assessing the strength of the bus body is presented, which allows determining the critical values of the magnitude of its run or service life.

Keywords: safety, bus, body, operation.

УДК 629.113

Порядок сертификации новых автомобилей, а также контроль за техническим состоянием автомобилей, находящихся в эксплуатации, представлен в Техническом регламенте Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» [1], утвержденном решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 №877.

В отношении новых автобусов техническим регламентом [1] предусмотрено проведение сертификационных испытаний по Правилам ЕЭК ООН, а находящихся в эксплуатации – проведение периодического технического осмотра. В данной работе предлагается рассмотреть две проблемы: первая – несовершенство Правил ЕЭК ООН № 66 [2], которые оценивают прочность верхней части конструкции кузова автобуса; вторая – отсутствие методик, определяющих максимальный срок эксплуатации автобусов на дорогах Российской Федерации.

Рассмотрим первую проблему. Согласно Правил ЕЭК ООН № 66 [2], прочность конструкции кузова автобуса считается допустимой, если после опрокидывания его на бок с высоты минимум 0,8 м, оконные стойки и другие части кузова или интерьера пассажирского салона не деформируют «остаточное пространство» этого салона.

Проблема заключается в том, что стандартом определена минимальная высота опрокидывания – 0,8 м, с которой и производят опрокидывание всех автобусов. Для автобусов малого класса эта высота является критичной - некоторые автобусы, особенно капотной компоновки, получают значительные деформации, и отправляются на доводку.

А вот автобусы большого класса проходят эти испытания очень успешно. Но это говорит не о достаточной прочности кузова этих автобусов, а об отсутствии метода, позволяющего определить высоту, с которой необходимо опрокинуть большой автобус. Ведь если такой автобус опрокинуть с 1,5 м, что не запрещено Правилами ЕЭК ООН № 66, энергия удара возрастет почти вдвое, и это скажется в итоге на деформации кузова.

В результате большие автобусы получают Одобрение типа транспортного средства, на каждый автобус этой серии выдается паспорт транспортного средства, который позволяет продавать эти автобусы автотранспортным предприятиям. При этом в случае опрокидывания такого автобуса не никакой гарантии, что его прочность позволит избежать «складывания» оконных стоек. Вследствие чего произойдет резкое уменьшение объема пассажирского салона, а пассажиры будут зажаты сместившимися частями кузова. В результате таких дорожно-транспортных происшествий, многие пассажиры получают тяжелые ранения, иногда приводящие к смерти.

Поэтому необходимо внести в существующую методику проведения сертификационных испытаний поправку, связанную с определением высоты опрокидывания для любого автобуса. В связи с вышеизложенным, работа по корректировке Правил ЕЭК ООН №66, является актуальной.

Теперь перейдем ко второй проблеме, связанной с ограничением сроков эксплуатации автобусов. Автобус не допускается к дальнейшей эксплуатации, если при проведении предрейсового или периодического технического осмотра, обнаружена неисправность, из перечисленных в перечне неисправностей, запрещающих дальнейшую эксплуатацию транспортного средства.

После устранения выявленных при осмотре неисправностей автобус направляется в рейс.

При подобной схеме все выглядит достаточно логично. Однако, если говорить о прочности кузова автобуса, то в перечне неисправностей, запрещающих дальнейшую эксплуатацию транспортного средства имеется только 2 условия – наличие сквозной коррозии на первой ступеньке на входе в автобус и на несущих элементах кузова.

Процесс возникновения и развития коррозии в автомобильных кузовах происходит с внутренней поверхности «скрытых» полостей, образующихся в результате сварки трех и более деталей в один узел. Например, место соединения оконной стойки с подоконным брусом. В этом месте образуется такая скрытая полость, в которую попадает пыль, вода, стекающая с окон. В связи с тем, что такая полость практически не проветривается, там зарождается процесс коррозии. И когда фиксируется сквозная коррозия – это, во-первых, говорит о том, что автобус эксплуатировать нельзя, а во-вторых, неизвестно, в какой момент времени прочность кузова перестала соответствовать требованиям Правил ЕЭК ООН №66. Поэтому необходим метод, позволяющий оценить в какой момент срока эксплуатации автобуса прочность кузова уже не отвечает требованиям безопасности.

Объектом исследования являются пассажирские АТС категории М2, М3 с числом мест для сидения более 16.

Научная новизна состоит в том, что разработаны метод, определяющий высоту опрокидывания автобуса при проведении сертификационных испытаний в отношении прочности его кузова, а также метод, определяющий срок эксплуатации автобуса, соответствующий требованиям Правил ЕЭК ООН №66.

В ходе исследований в работе получены следующие новые научные положения:

- установлена зависимость между высотой опрокидывания, весогабаритными характеристиками автобуса и величиной общей энергии удара;
- установлена зависимость между сроком эксплуатации, пробегом автобуса и деформацией стоек его кузова при опрокидывании.

Практическая значимость работы заключается в том, что её результаты позволяют рассчитать необходимую высоту опрокидывания автобуса при проведении сертификационных испытаниях для условий Правил ЕЭК ООН №66, а также оценить в какой момент срока эксплуатации автобуса прочность его кузова уже не отвечает требованиям безопасности.

Цель работы. В работе предполагается разработать метод расчета высоты опрокидывания автобуса при проведении сертификационных испытаниях для условий Правил ЕЭК ООН №66, а также метод определения безопасных сроков эксплуатации автобуса и его пробега до момента, когда прочность его кузова уже не отвечает установленным требованиям.

1. Определение высоты опрокидывания автобуса при расположении центра тяжести в момент касания крыши горизонтальной нижней плоскости при условии, что через центр тяжести и ось вращения кузова автобуса можно провести плоскость параллельную горизонтальной нижней плоскости (рисунок 1).

Из рисунка 1 можно определить, что высота опрокидывания h_0 , м, определяется по формуле:

$$h_0 = \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2} \cdot \cos \beta, \quad (1)$$

где угол β определяется по формуле:

$$\beta = \frac{H_3^2 + 2\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2 - H}{\sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + H_3^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2}} - \frac{\pi}{2}. \quad (2)$$

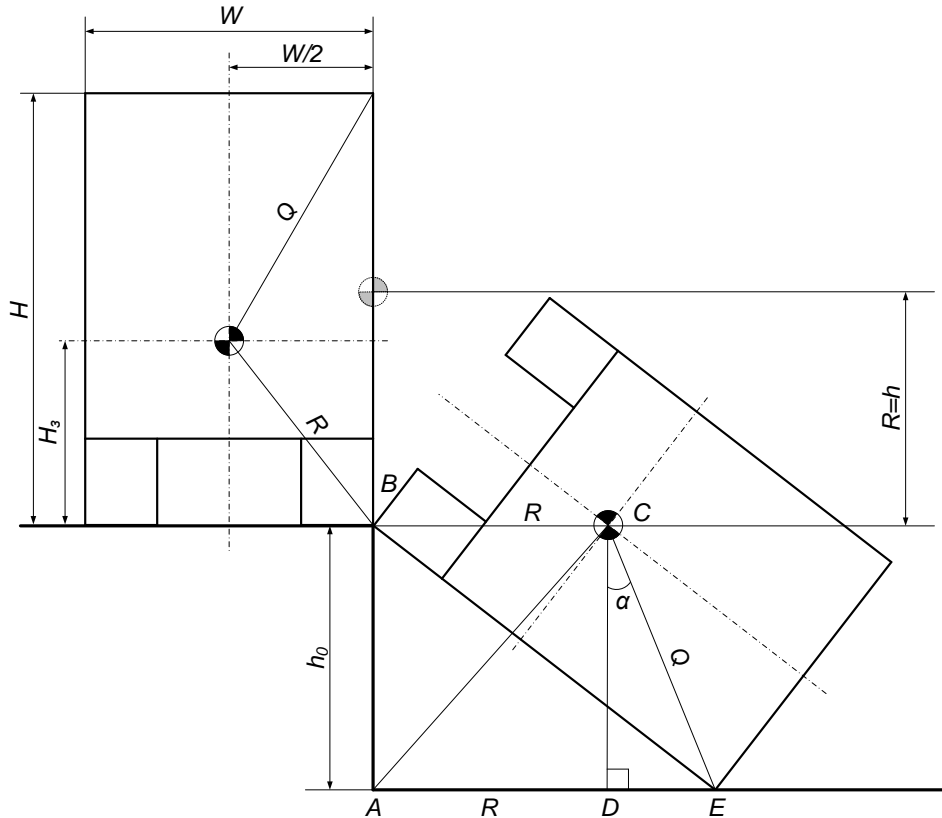


Рис. 1. Определение высоты опрокидывания автобуса для второго случая

Высота падения центра тяжести h , м, в момент касания крыши горизонтальной нижней плоскости в этом случае определится по формуле:

$$h = \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2}, \quad (3)$$

Рассмотрим разность значений высот полученных по формулам (1) и (3):

$$\Delta h = \frac{H}{\sqrt{1 + \frac{W^2}{4(H - H_3)^2}}} - \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2} \times \sin \left(\frac{H_3^2 + 2\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2 - H}{\sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + H_3^2} \cdot \sqrt{\left(\frac{W}{2}\right)^2 + (H - H_3)^2}} \right). \quad (4)$$

Полученная по формуле (4) разность высот является искомой функцией $f(H, W, H_3)$, зависящей от габаритных размеров автобуса и высоты расположения его центра тяжести.

Для определения высоты опрокидывания автобуса при оценке прочности конструкции его кузова предлагается воспользоваться формулой:

$$h_0 = h_{0min} + \Delta h, \quad (5)$$

где $h_{0min} = 0,8$ м – минимальная высота опрокидывания автобуса.

2. Для решения второй проблемы воспользуемся методикой, изложенной в работах [3-9].

Из графиков зависимостей зависимости перемещений стоек поперечного сечения передней и задней части кузова автобуса от срока его эксплуатации (рис. 2, 3), можно установить, что значения критических перемещений в сторону остаточного жизненного пространства более 350 мм установлены для 9 и 10 стоек кузова автобуса уже на 8-9 году эксплуатации.

Сравнивая результаты, расчетов по предлагаемой методике с данными по ресурсу, заявляемому заводами изготовителями, для некоторых марок и моделей автобусов (таблица 1), можно говорить о значительной сопоставимости полученных результатов.

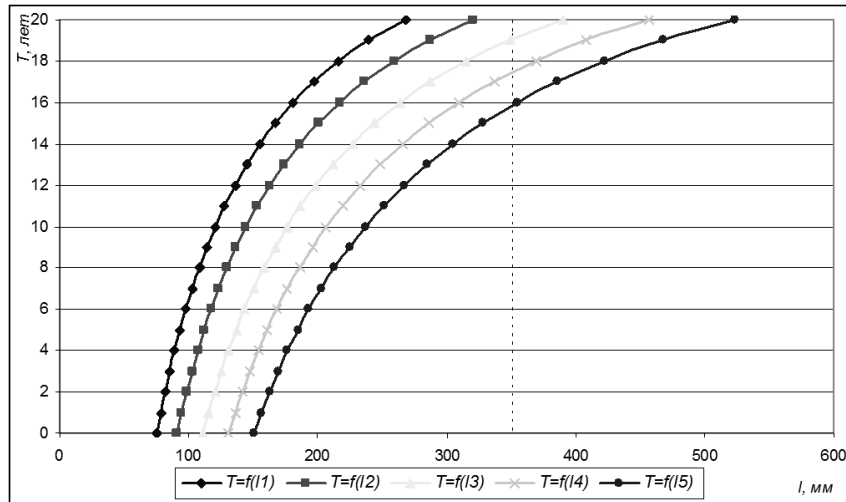


Рис. 2. График зависимости перемещений стоек поперечного сечения передней части кузова автобуса от срока его эксплуатации

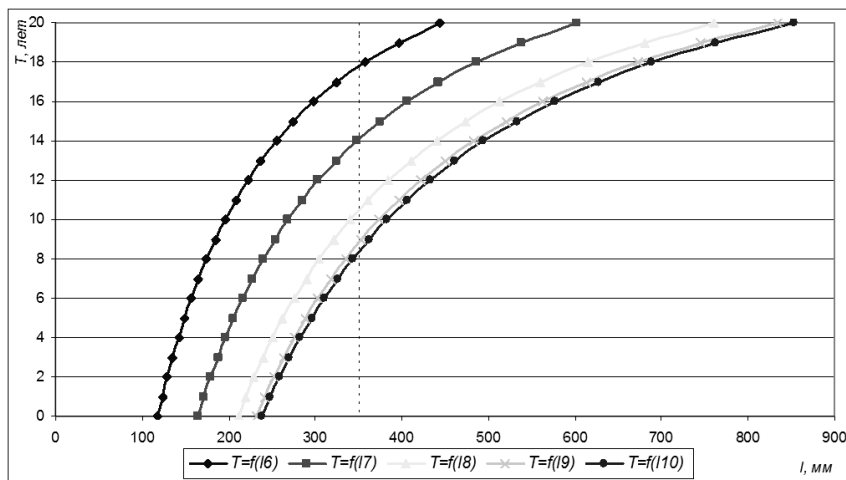


Рис. 3. График зависимости перемещений стоек поперечного сечения задней части кузова автобуса от срока его эксплуатации

Таблица 1. Ресурс, заявляемый заводом изготовителем для автобусов

Ресурс, заявляемый заводом изготовителем	КАВЗ 4235-31(32)	ПАЗ-4234	ПАЗ-32053	ПАЗ-32054	ЛиАЗ-5256 город	ГолАЗ-ЛиАЗ-5256 межгород
Ресурс двигателя	–	400000 км	600000 км	600000 км	700000 км	–
Ресурс КПП / мостов	–	400000 км	600000 км	600000 км	500000 км	–
Ресурс кузова	10 лет	8 лет	6 лет	6 лет	12 лет	10 лет

Полученная методика расчета предельного срока эксплуатации автобуса, определяющего значение времени (лет) или пробега (км), перейдя которые прочность кузова автобуса не будет удовлетворять требованиям Технического регламента Таможенного союза о безопасности колесных транспортных средств [1] может найти применение в разработке программы по «...целесообразности введения предельных сроков эксплуатации коммерческих транспортных средств и применения мер обеспечительного характера за их нарушение», целесообразность которой сформулирована по итогам совещания о мерах по поддержке российского рынка автомобильной техники от 10 декабря 2014 г.

Список литературы / References

1. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств». Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 877. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125114/fb912286b5c44149bb594585163dbf84f712edb5/ (дата обращения: 14.12.2018).
2. 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.
3. *Ovchinnikov N.A.* The engineering method of calculation of the remaining life of the bus body safe operation on the basis of estimation of its corrosion deterioration / *Ovchinnikov N.A., Kalmikov B.Y., Stradanchenko S.G., Kozyreva E.A., Chefranova O.V.* // *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2015. Т. 10. № 22. С. 10511-10522.
4. *Калмыков Б.Ю.* Актуальность разработки метода определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации кузова автобуса и его структура. / *Калмыков Б.Ю., Овчинников Н.А., Гармидер А.С., Калмыкова Ю.Б.* // *Наука, техника и образование*, 2015. № 9 (15). С. 19-21.
5. *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*, 2015. № 11 (41). С. 92-94.
6. *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*, 2015. № 8 (9). С. 33-34.
7. *Калмыков Б.Ю.* Граничные значения момента сопротивления поперечного сечения оконной стойки для метода определения остаточного ресурса безопасной эксплуатации кузова автобуса / *Калмыков Б.Ю., Овчинников Н.А., Гармидер А.С., Калмыкова Ю.Б.* // *Вестник науки и образования*, 2015. № 9 (11). С. 16-17.
8. *Калмыков Б.Ю.* Расчет прогнозируемого момента сопротивления сечения для материала кузова автобуса с учетом коррозионного изнашивания его элементов / *Калмыков Б.Ю., Овчинников Н.А., Гармидер А.С., Калмыкова Ю.Б.* // *Вестник науки и образования*, 2015. № 9 (11). С. 18-20.
9. *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*, 2015. № 8 (9). С. 31-32.