

одометр, вычислитель); поиск более надежных алгоритмических критериев качества спутникового навигационного решения, на основе которых осуществляется коррекция показаний системы; освоение технологий крупносерийного и мелкосерийного производства.

Решение этих задач позволит создать интегрированную наземную навигационную систему, отвечающую требованиям широкого круга потенциальных заказчиков и обладающую значительными конкурентными преимуществами в сегменте рынка навигационной техники для специальных транспортных средств.

Литература

1. Salychev O.S. Applied Inertial Navigation: Problems and Solutions – М.: BMSTU Press, 2004
2. Salychev O.S. MEMS-based Inertial Navigation: Expectation And Reality – М.: BMSTU Press, 2012
3. Hemerly E.M. Schad V.R. Implementation of a GPS/INS/Odometer, 2008
4. Novikov V.V., Novikov P.V. & Gerdy V.N. The hardware structure of the navigation system. Proceeding of the 13th International Conference on Advanced Engineering, Computer Aided Design and Manufacturing CADAM 2015, Croatia, September 15th – 19th, 2015, pp. 39 – 43.
5. Sheypak A.A. & Novikov P.V. Specialized alternative algorithm for determining the location of hydraulic lift. Proceeding of the 13th International Conference on Advanced Engineering, Computer Aided Design and Manufacturing CADAM 2014, Croatia, September 16th – 20th, 2015, pp. 59 – 63.
6. Sheypak A.A. & Novikov P.V. Determining the location of hydraulic lift by specialized alternative. International journal Advanced Engineering, 8th Year (2014), ISSN 1846-5900, pp.97 – 105.

Влияние конструктивных решений на повышение пассивной безопасности кузовов автобусов

д.т.н. проф. Орлов Л.Н., Рогов П.С., к.т.н. доц. Тумасов А.В.
*Нижегородский Государственный Технический Университет им. Р.Е. Алексеева,
(831) 436-73-63, anton.tumasov@gmail.com*

Аннотация. В статье проводится анализ влияния отдельных типов силовых элементов кузова автобуса на эффективность поглощения энергии удара в условиях опрокидывания в соответствии с Правилами ЕЭК ООН №66. Отмечаются способы соединения не несущих элементов с кузовом, которые способствуют повышению пассивной безопасности автобуса. Приводятся результаты экспериментального исследования влияния панелей обшивки на энергоемкость кузова вахтового автобуса.

Ключевые слова: пассивная безопасность, автобус, энергоемкость, эксперимент, кузов.

Пассивная безопасность автобусов во многом обеспечивается конструкцией кузова и особенностями его силовой схемы. В каркасных конструкциях силовая схема включает в себя элементы каркаса и обшивки, двери, поручни и их стойки, перегородки салона, каркасы сидений, колёсные арки, надстройку пола и в определённой мере – оконные стёкла. Поэтому при проектировании автобуса важно знать степень влияния перечисленных элементов и способов их крепления на повышение его безопасности [1, 2].

Каркасу кузова принадлежит важная роль в восприятии аварийной нагрузки. Им поглощается основная часть энергии удара в условиях опрокидывания автобуса с уступа [3, 4], регламентированных Правилами ЕЭК ООН №66. Конкретное значение этой энергии зависит от его силовой схемы, соотношения жесткостей отдельных элементов и способов их соединения. Рациональной с точки зрения безопасности является силовая схема, состоящая из поперечных силовых сечений кузова, замыкающихся на основании и соединённых между собой отдельными промежуточными продольными элементами боковин и крыши, подобная той, которая показана на рисунке 1.

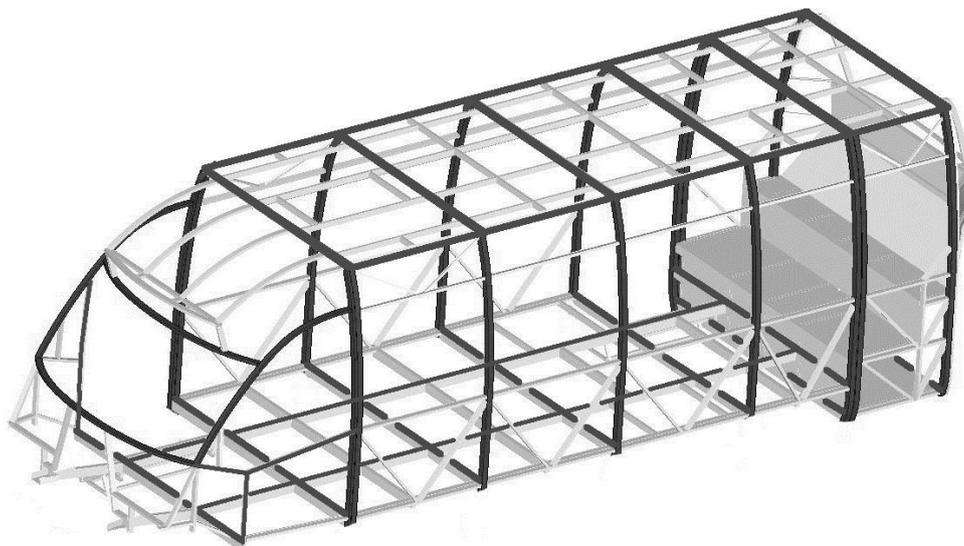


Рисунок 1. Рациональная силовая схема каркаса кузова автобуса

В этом случае, при наличии сплошных стоек боковин и дуг крыши, в процессе бокового опрокидывания автобуса наибольшее поглощение энергии удара происходит за счет их деформаций (изменения формы тонкостенных сечений, вызванного изгибом элементов). Безусловно, определённое влияние при этом оказывают и расколы боковин. Отсутствие сплошных стрингеров крыши, надоконного и подоконного поясов боковин существенно повышает несущую способность кузова в условиях опрокидывания автобуса, так как исключается возможность смятия их тонкостенных сечений в местах стыковки с элементами поперечных сечений кузова.

Обшивка кузова по-разному влияет на повышение его несущей способности. При боковом опрокидывании автобуса наибольшее влияние оказывают металлические обшивки (панели) передней и задней частей, а также крыши. Степень их влияния зависит от конкретной конструкции и способов соединения с каркасом. Определённое влияние оказывают конструкции арок колёс и задней надстройки пола. Панели боковин автобусов существенного влияния не оказывают. Их влияние больше проявляется в процессе чрезмерного деформирования кузова, когда они упираются в каркасы сидений и арки колёс. При этом происходит изменение характера деформирования кузова, так как нижние зоны пластических деформаций (пластических шарниров) стоек боковин перемещаются вверх по отношению к основанию кузова. Это приводит к повышению его несущей способности по разрушающим нагрузкам, ограничивает внедрение элементов боковин в салон, а следовательно, способствует повышению пассивной безопасности автобуса при опрокидывании в ту или иную сторону.

Особенно важную роль в обеспечении пассивной безопасности вахтовых автобусов на шасси полноприводных автомобилей играет наружная обшивка кузова из металлических панелей. Как правило, в передней и задней стенках этих кузовов она приваривается ко всем соответствующим элементам каркаса. В отдельных случаях к каркасу привариваются также металлические панели крыши, боковин и основания. Всё это существенно повышает несущую способность таких кузовов в случаях действия аварийных и эксплуатационных нагрузок. По результатам проведённых на кафедре «Автомобили и тракторы» НГТУ им. Р.Е. Алексеева расчётно-экспериментальных исследований кузова вахтового автобуса установлено, что наличие панелей передней и задней стенок, приваренных к элементам каркаса, увеличивает несущую способность кузова по разрушающим нагрузкам в условиях опрокидывания автобуса более, чем в 2 раза. При этом передняя и задняя секции кузова воспринимают более 85% общей разрушающей нагрузки. Остальная приходится на среднюю секцию, состоящую из нескольких поперечных силовых сечений кузова. Для подтверждения этого в таблице 1 приведены значения разрушающих нагрузок, которые выдерживают отдельные секции и кузов в целом.

Значения разрушающих нагрузок, кН

Метод оценки	Кузов	Секция кузова			Секция каркаса	
		передняя	средняя	задняя	передняя	задняя
Эксперимент	182,4	62	4x5,6=22,4	98	22	27
Расчет	195,8	58	4x6,2=24,8	113	26,3	26,5

Из таблицы 1 видно, что панели передней секции способствуют увеличению максимального значения разрушающей нагрузки в 2,8 раза по сравнению с её каркасом. Для задней секции увеличение происходит в 3,6 раза. Наличие панелей также изменяет характер разрушения секций, уменьшая интенсивность спада нагрузки. Это подтверждается результатам натурных испытаний кузова и его секций (рисунки 2, 3, 4 и 5).

На рисунке 2 показана установка кузова на стенде с гидронагружающим устройством [5], имитирующим условия, возникающие при опрокидывании автобуса.

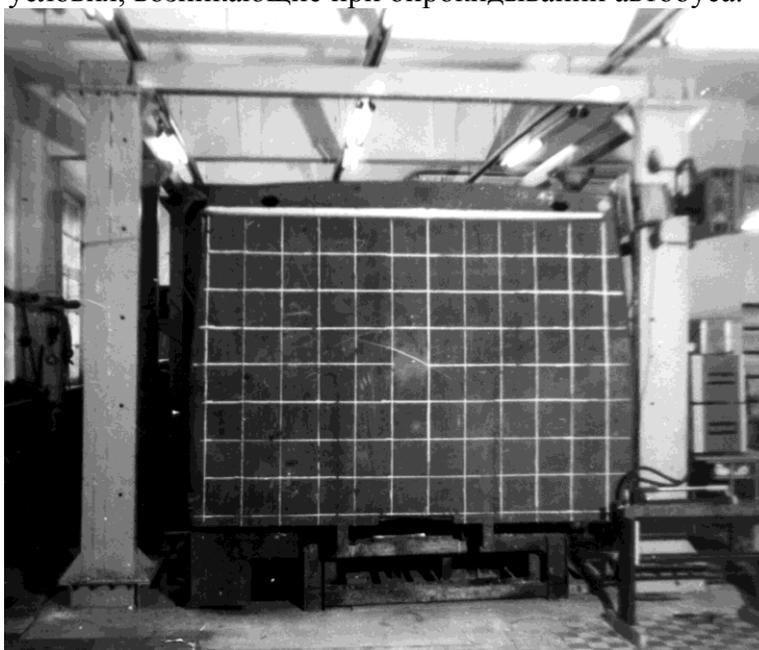


Рисунок 2. Установка кузова на стенде

На рисунке 3а приведены фрагменты деформирования передней и задней секций кузова, а на рисунке 3б – деформированные виды каркаса передней секции.

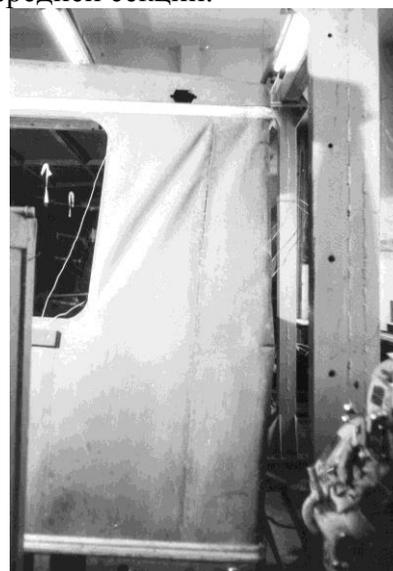
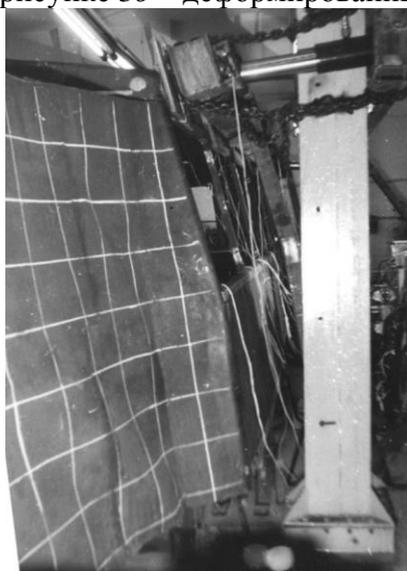
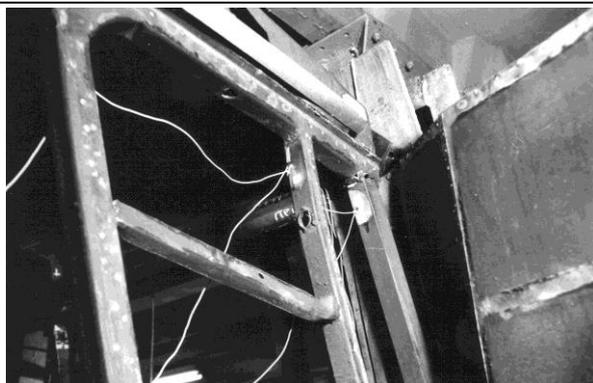
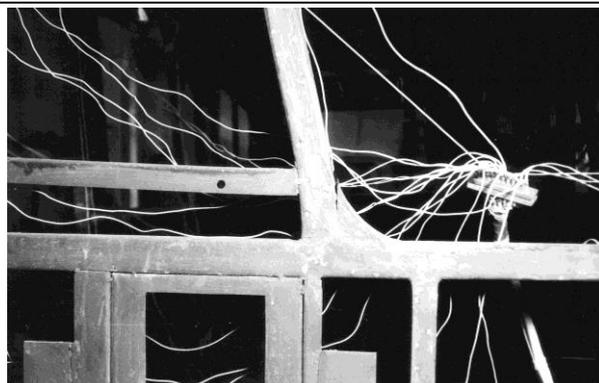


Рисунок 3а. Фрагменты деформирования передней и задней секций кузова



верхняя часть



средняя часть

Рисунок 3б. Деформированные виды каркаса передней секции

Графические зависимости изменения нагрузок от деформаций приведены на рисунках 4 и 5.

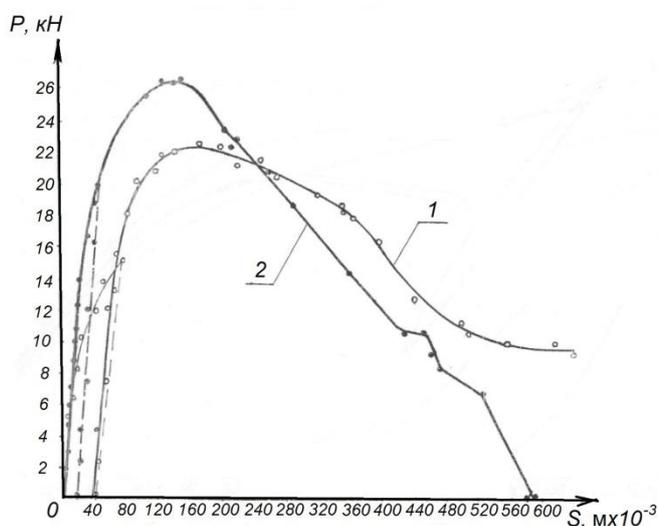


Рисунок 4. Графики изменения нагрузок при разрушающих статических испытаниях каркасов передней (1) и задней (2) секций

На рисунке 4 показаны графики изменения нагрузок при разрушающих статических испытаниях каркасов передней (1) и задней (2) секций. Интенсивный спад нагрузок связан с потерей формы (депланацией) тонкостенных сечений труб каркаса и их смятием в местах возникновения пластических шарниров. Плавное снижение нагрузки происходит у секций с панелями.

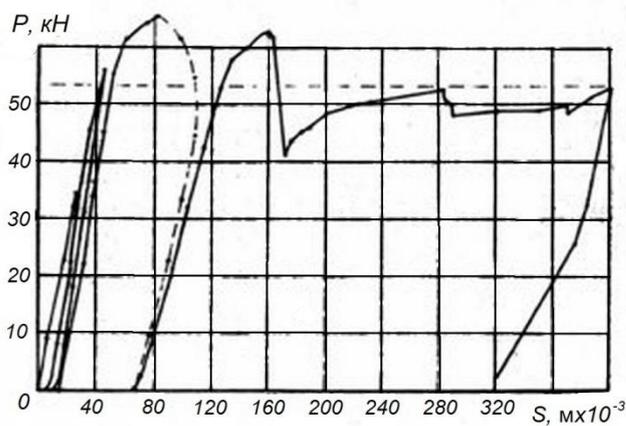


Рисунок 5. Характер изменения статической нагрузки для передней секции при последовательном четырёхкратном нагружении

На рисунке 5, для примера, показан характер изменения статической нагрузки для передней секции, состоящей из каркаса и приваренной к нему панели, при последовательном четырёхкратном нагружении. Первые два испытания проводились в упругой фазе деформирования. Третье – до момента появления малых пластических деформаций. Четвёртое – до разрушения конструкции. Скачки линии на четвёртом графике соответствуют моментам разрыва отдельных сварных швов (точек), связывающих панель с элементами каркаса.

Из сравнения графиков на рисунках 4 и 5, а также значений в таблице 1, следует, что панели передней и задней секций, приваренные ко всем элементам каркаса, существенно повышают несущую способность и пассивную безопасность кузова.

Двери, в зависимости от их вида, могут по-разному влиять на повышение пассивной безопасности автобуса. Наибольшее влияние оказывают распашные двери, так как они имеют трёхточечную связь со стойками дверных проёмов, а, следовательно, включаются в сило-

вую схему кузова. Ещё большее влияние (в пределах до 15%) проявляется в случае наличия у них определённых фиксирующих устройств, обеспечивающих более плотное их прилегание к элементам проёмов по периметру и дополнительные связи с ними.

Поручни и их стойки могут повышать несущую способность на 5...7% при опрокидывании автобуса в зависимости от места их установки и способа соединения с элементами каркаса.

Существенное влияние (до 25%) на повышение пассивной безопасности автобусов оказывают перегородки салона. Наиболее распространёнными являются перегородки за сиденьем водителя. Они могут быть по конструкции до половины высоты салона (ПАЗ-3205) и на всю высоту (ЛиАЗ-5256, 5293). Наличие перегородок повышает стойкость кузова к разрушениям. В первом примере перегородка усиливает (подкрепляет) нижние части боковин. Поэтому появление больших пластических деформаций и излом стоек боковин по высоте происходит выше перегородки. Такой механизм разрушения соответствующих поперечных силовых сечений кузова способствует увеличению его несущей способности к восприятию разрушающей аварийной нагрузки. Во втором примере каркасы и панели перегородок подкрепляют боковины по всей высоте. При этом часть аварийной нагрузки и энергии удара воспринимаются ими. Поэтому повышается энергоёмкость кузова и, следовательно, пассивная безопасность автобуса.

Сиденья для пассажиров способствуют повышению пассивной безопасности автобуса также и в условиях его опрокидывания. Наибольшее их влияние (в пределах до 15%) проявляется при условии, если их каркасы жёстко соединены с боковинами. Повышение энергоёмкости кузова каркасами сидений также подтверждается расчетными исследованиями, проведёнными в работе [7].

Повышению несущей способности кузова способствует наличие в салоне колёсных арок и надстроек пола, связанных с боковинами. Они способствуют увеличению высоты расположения нижних зон пластических деформаций (пластических шарниров) стоек боковин в соответствующих местах и увеличению разрушающих нагрузок, которые может воспринимать кузов.

Оконные стёкла по-разному оказывают влияние на повышение несущей способности кузова при опрокидывании автобуса. Стёкла боковин практически не влияют. Наибольшее влияние оказывают приклеиваемые стёкла лобового и заднего окон в начальный период ударного воздействия до момента их разрушения, при относительно малых (в пределах 10 мм) деформациях проёмов. Поэтому они влияют на первый пик ударной нагрузки и практически не оказывают существенного влияния на энергоёмкость кузова – его способность к поглощению энергии удара.

В заключение следует сказать, что применение любых конструктивных мероприятий, обеспечивающих подкрепление боковин кузова, способствует увеличению высоты расположения нижних зон пластических деформаций (пластических шарниров) их стоек над уровнем основания. Это увеличивает значения разрушающих нагрузок, несущую способность и энергоёмкость кузова и повышает пассивную безопасность автобуса в условиях опрокидывания.

Представленные результаты исследований могут использоваться специалистами при проектировании и доводке автобусов.

Литература

1. Орлов Л.Н., Тумасов А.В. Особенности поведения силовых элементов кузова автобуса в условиях аварийного нагружения / Известия Академии инженерных наук РФ им. А.М. Прохорова. Т. 21. Москва – Н. Новгород, 2008.
2. Орлов Л.Н., Вашурин А.С., Тумасов А.В. Оценка влияния отдельных конструктивных и технологических особенностей на пассивную безопасность кузовов вахтовых автобусов из многослойных панелей / Вестник Ижевского государственного технического университета, № 4(64), 2014. – С. 33-37.
3. Орлов Л.Н., Тумасов А.В., Рогов П.С., Герасин А.В., Макаров В.С. Стенд для статических испытаний кузовных конструкций транспортных. Патент РФ на полезную модель, RUS

141313 от 27.05.2014.

4. Калмыков Б.Ю., Благодарный Ю.Ф., Никульников Э.Н. Кузова автобусов. Расчетно-экспериментальные методы оценки пассивной безопасности / Автомобильная промышленность. №9, 2000.
5. Орлов Л.Н., Рогов П.С., Вашурин А.С. Оценка пассивной безопасности автобусов по результатам расчётов кузовов и испытаний их секций / Журнал ААИ. №4 (87), 2014. – С. 26–30.
6. Рябчинский А.И. Пассивная безопасность российских колесных транспортных средств: состояние, проблемы, перспективы / Автомобильная промышленность. №4, 2011. С. 9-10.
7. Guler M. A., Elitok K., Bayram B., Stelzmann U. The influence of seat structure and passenger weight on the rollover crashworthiness of an intercity coach / International Journal of Crashworthiness, Vol. 12, Issue 6, 2007. – pp. 567-580

УДК 51-74

Расчёт оптимальных параметров полуоткрытого рабочего колеса центробежного малорасходного насоса

Протопопов А.А.
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
(905) 594-76-20, proforg6@yandex.ru

Аннотация. В работе изложена методика расчета основных конструктивных параметров малорасходного центробежного насоса. Основными конструктивными параметрами, рассчитываемыми в предлагаемой методике, являются: частота вращения вала насоса, диаметры входа и выхода рабочего колеса, ширина входа и выхода рабочего колеса, углы установки лопастей на входе и на выходе рабочего колеса, а также число лопаток рабочего колеса. Изложенная методика дает приближенные результаты, позволяющие производить оценку искомых величин. Её результаты могут быть использованы для уточненного расчета малорасходного центробежного насоса.

Ключевые слова: малорасходный центробежный насос, рабочее колесо, лопатка.

Введение

К современным малорасходным центробежным насосам предъявляются высокие требования по ресурсу, габаритам, массе и КПД. Для малорасходных центробежных насосов существует мало информации по методам их проектирования. Большинство известных методик [1 – 10] по проектированию электронасосных агрегатов (ЭНА) ориентированы на относительно большие подачи рабочей жидкости.

Этим обуславливается необходимость создания алгоритма, позволяющего определить значения конструктивных параметров, обеспечивающих наилучшее соотношение ресурса, габаритов и КПД для малорасходного центробежного насоса.

Ниже приведена методика расчета конструктивных параметров рабочего колеса и подшипникового узла для малорасходного центробежного насоса.

Постановка задачи

Исходными данными для расчета малорасходного центробежного насоса является значение напора H и подачи рабочей жидкости Q .

Так как большинство конструктивных параметров малорасходного центробежного насоса существенно зависят от частоты вращения вала насоса, то расчет конструктивных па-