

629.113

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПОВЫШЕНИЯ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТУРИСТИЧЕСКИХ АВТОБУСОВ ПРИ ОПРОКИДЫВАНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Асп. Карамышев Ю.Ю.

Представлены результаты расчетов типового туристического автобуса на базе метода конечных элементов в рамках иллюстрации практического применения методики теоретической оценки пассивной безопасности автобусов на стадии проектирования. Предложены варианты доработки конструкции несущей системы автобуса, позволяющие повысить параметры пассивной безопасности автотранспорта данного типа. Расчеты конструкции проведены в нелинейной динамической постановке с использованием конечно-элементных моделей разных уровней и точности на основании методики испытаний, утвержденной правилами ЕЭК ООН №66. Получены результаты, позволяющие оценить влияние предложенных конструктивных усовершенствований каркаса типового автобуса и свидетельствующие о повышении параметров пассивной безопасности.

В настоящее время ведущие мировые производители автомобильной техники уделяют большое внимание показателям пассивной безопасности их продукции. Для оценки пассивной безопасности автобусов различных типов проводятся испытания, которые регламентируются специально разработанными нормами и правилами (например правила ЕЭК ООН №66 для крупногабаритных пассажирских транспортных средств). Натурные испытания являются достаточно дорогостоящим процессом и предполагают создание образцов. Поэтому представляется необходимым создание методики теоретической оценки пассивной безопасности автобусов на стадии проектирования, позволяющей сократить затраты на проведение натурных испытаний и создание дорогостоящих образцов техники.

Проведенные исследования [1,2] показывают, что на пассивную безопасность автобуса, которая обуславливается остаточным пространством в салоне при его опрокидывании, влияет ряд конструктивных параметров корпуса. В этих работах были освещены основные аспекты и обоснованы границы применимости конечно-элементных моделей различного уровня. В частности, были проведены исследования параметров пассивной безопасности автобусов с использованием конечно-элементных моделей разного уровня, моделей секций, а также выбора граничных условий, позволяющих наиболее точно смоделировать процесс реальных испытаний автобусов по правилам ЕЭК ООН №66. Представлена предлагаемая автором методика теоретической оценки пассивной безопасности автобусов на стадии проектирования.

В данной статье освещены основные вопросы практического применения разработанной методики, а также представлены результаты расчетов типового туристического автобуса стандартного варианта и доработанной по методике конструкции.

Для определения влияния различных конструктивных факторов и их параметров на показатели пассивной безопасности конструкции в целом целесообразно проводить предварительные расчеты конструкции корпуса автобуса на опрокидывание с использованием секций, а также полных моделей

На начальном этапе был проведен расчет полной подробной модели корпуса автобуса, содержащей 610 тысяч элементов и узлов, принципы и подходы к построению которой описаны в [2]. Целью такого расчета являлось определение зон повышенных деформаций конструкции, пластических деформаций, а также деформационного поведения различных элементов и деталей корпуса автобуса. По диаграмме распределения напряжений (представлена на рис. 1) конструкции автобуса можно судить о появлении зон пластической деформации в местах крепления оконных стоек к верхней и нижней балкам продольного пояса каркаса автобуса. Кроме того, имеет место изгибная деформация оконных стоек, поперечные балки конструкции крыши имеют прогиб, величина которого имеет большие значения в местах расположения накрывных люков.

Основываясь на результатах проведенного расчета и из анализа деформационного поведения конструкции при опрокидывании возможны следующие варианты конструктивной доработки, позволяющей улучшить параметры пассивной безопасности:

- глобальный пересмотр всей силовой схемы конструкции автобуса (может повлечь за собой повышенные затраты на создание новой конструкции, такой подход целесообразен на начальной стадии проектирования);

- доводка существующей конструкции путем применения различных конструктивных мероприятий.

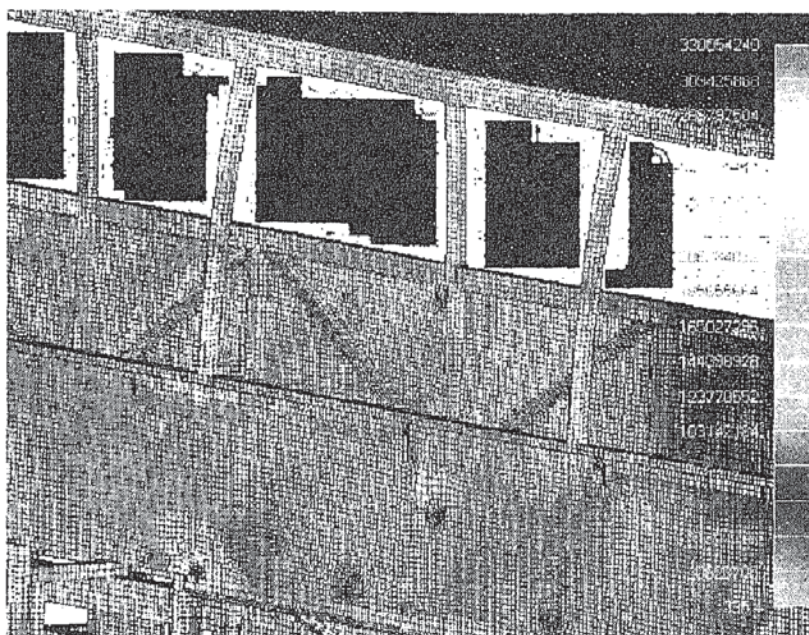


Рис. 1. Распределение напряжений по боковине автобуса

Для примера высокоточная конечно-элементная модель корпуса автобуса, содержащая 610 тысяч элементов и узлов, представлена на рис. 2.

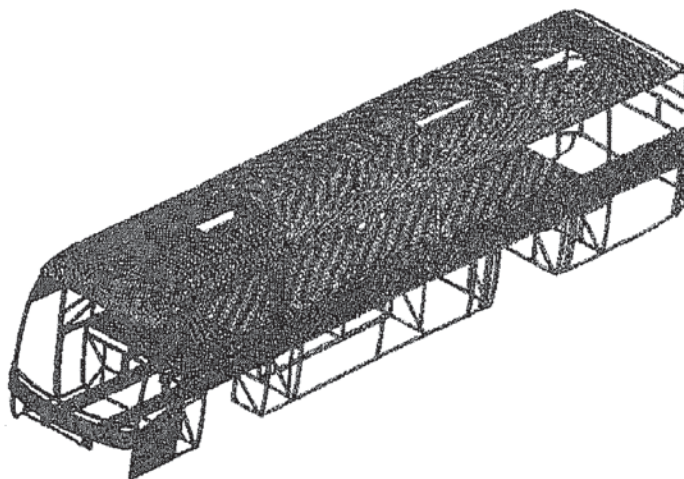


Рис. 2. Подробная конечно-элементная модель корпуса автобуса

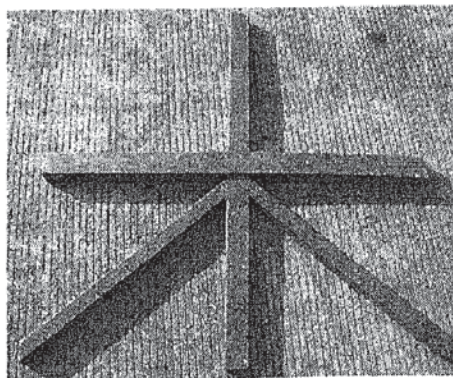


Рис. 3. Элемент корпуса автобуса – балка продольного пояса с приваренными к ней оконной стойкой и деталями боковины

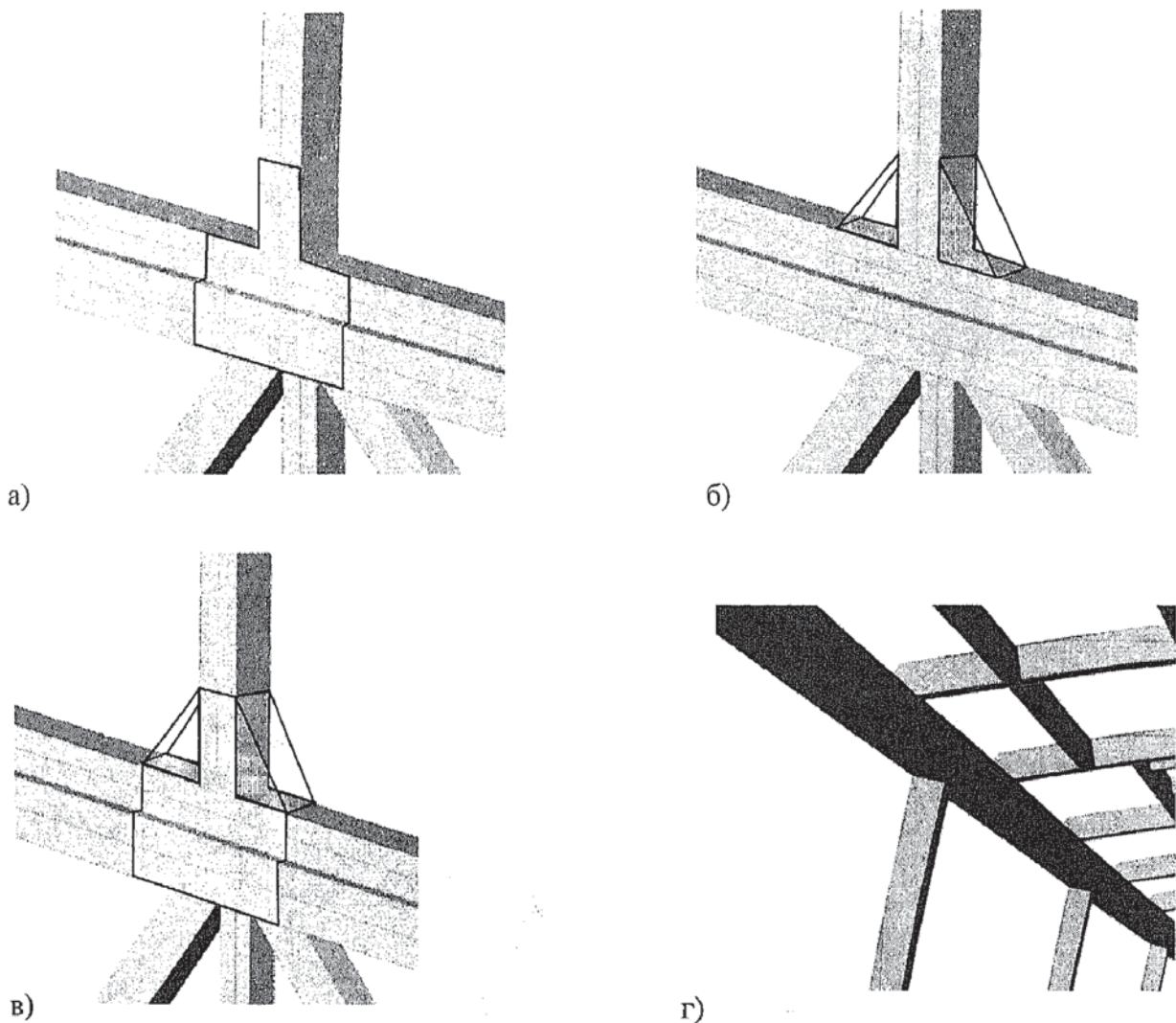


Рис. 4. Варианты конструктивной доработки узлов крепления деталей корпуса автобуса: а) накладки; б) ребра жесткости; в) комбинированный вариант; г) упоры для балок крыши.

На основе полученных результатов расчета автобуса на опрокидывание с использованием точной конечно-элементной модели были выработаны следующие варианты конструктивной доработки корпуса кузова (рис. 3 и 4):

- применение накладок в зоне пластических деформаций оконных стоек (рис.4, а);
- применение ребер жесткости, устанавливаемых в местах крепления стоек к продольным балкам корпуса (рис. 4,б);
- применение упоров в узлах крепления оконных стоек (рис.4, г);
- совместное применение этих решений (рис. 4,в), а также комбинирование вариантов, изображенных на рис.4,б и г.

Расчет интересующих вариантов целесообразно проводить на упрощенных моделях, а также моделях секций. В данном случае применялась конечно-элементная модель, содержащая 140 тысяч элементов и узлов.

На рис. 5 представлены результаты расчета зависимости относительного перемещения точки на стойке автобуса, наиболее деформирующейся при опрокидывании. Анализ результатов расчета при применении накладок (рис.4, а) показал, что такое конструктивное решение не дает существенного результата по снижению деформаций конструкции (разница перемещений по сравнению с исходным вариантом незначительна и находится в пределах погрешности вычислений).

Как видно из рис. 5, наилучший вариант с точки зрения остаточной деформации – это вариант совместного использования ребер жесткости и распорок, но значения максимальных динамических деформаций точно такие же, как и в варианте с использованием ребер жесткости.

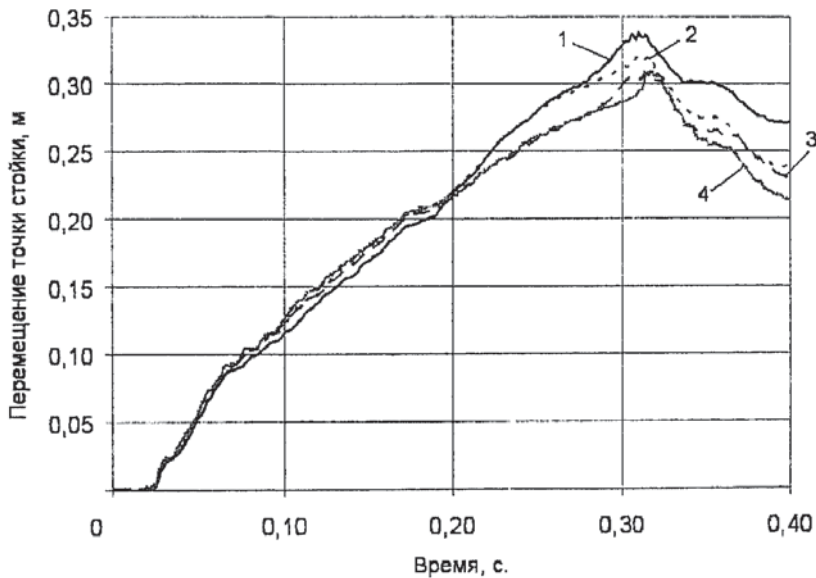


Рис. 5. Диаграмма значений перемещения точек стойки с использованием различных конструктивных решений :
1-исходный вариант конструкции,
2-использование распорок,
3-использование ребер жесткости,
4-совмещенный вариант использования

Вариант с использованием только распорок показывает наименьший результат по деформациям по сравнению с другими. В результате применения этого варианта достигается снижение максимальных динамических деформаций на 10%, остаточных – до 25%. Применение описанного выше подхода, а также самой методики оценки пассивной безопасности автобусов на стадии проектирования и описанных принципов усовершенствования конструкции позволит существенно сократить затраты при разработке и доводке конструкций, удовлетворяющих требованиям пассивной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зузов В.Н., Карамышев Ю.Ю. Анализ влияния параметров конструкции автобуса на пассивную безопасность при опрокидывании на основе метода конечных элементов// Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. Машиностроение. – 2008. - № 5. - С. 51-57.

2. Зузов В.Н., Карамышев Ю.Ю. Расчетно-экспериментальное исследование кузовов автобусов на соответствие требованиям пассивной безопасности. Оценка пассивной безопасности междугородних пассажирских автобусов на стадии проектирования. Проектирование колесных машин: Материалы международной научно-технической конференции, посвященной 75-летию кафедры «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э.Баумана, 22-23 ноября 2008г. –М., МГТУ.-2008 г.
3. Правила №66 «Единообразные описания, касающиеся официального утверждения крупногабаритных пассажирских транспортных средств в отношении прочности верхней части их конструкции»./Европейская Экономическая Комиссия, Женева, 1986.
4. Орлов А.Н. Пассивная безопасность и прочность кузовов, кабин автотранспортных средств. Методы расчета и оценки: учеб. пособ. – Н. Новгород, Нижегород, гос. техн. ун-т, 2005. – 230 с.
5. Рябчинский А.И., Мельников О.В. Современные средства защиты водителей и пассажиров грузовых автомобилей и автобусов при дорожно-транспортных происшествиях и методы их испытаний.- М.:НИИНАВТОПРОМ, 1974. - 72 с.