

свала, определялась по методике, приведенной в работе [6].



Рисунок 2 – Система контроля давления воздуха в пневматической шине «Pressure Pro»

Полученные зависимости позволяют прогнозировать допустимые эксплуатационные скорости автосамосвала и вертикальные нагрузки на его шины исходя из критической температуры пневматической шины и температуры окружающего воздуха.

Литература

1. Истирание резин. / Г.И. Бродский, В.Ф. Евстратов, Н.Л. Сахновий, Л.Д. Слюдигов. М.: Химия, 1957. 240 с.
2. Кнороз В.И., Кленников Е.В. Шины и колеса. М.: Машиностроение, 1975. 184 с.
3. Гуслицер Р.Л., Глушкина Л.С. Зависимость температуры легковых шин от условий движения. // Каучук и резина. 1969. № 9. с. 43-45.
4. Мороз Т.Г. Исследование теплового состояния шин 155-13 для автомобилей «Жигули» ВАЗ-2101. Автореф. дис...канд. техн. наук. М., 1974. 27 с.
5. Глушкина Л.С. Исследование тепловых режимов работы автомобильных шин в дорожных условиях. Дис...канд. техн. наук. М., 1982. 204 с.
6. Горюнов С.В., Шарипов В.М. Определение эксплуатационных нагрузок на пневматические шины карьерных автосамосвалов. // Сборник трудов I Международной научно-практической конференции «Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса». Томск: КузГТУ, 2011. с. 182-184.

Расчетно-экспериментальные исследования тормозных свойств автобуса

к.т.н. доц. Грошев А.М., Коникова Г.А., Костин С.Ю., Трусков Ю.П., к.т.н. доц. Тумасов А.В.
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (НГТУ)
8-905-19-20-576, anton.tumasov@gmail.com

Аннотация. Приведены результаты исследований тормозных свойств автобуса ПАЗ. Описаны подходы, использованные при проведении дорожных испытаний, а также компьютерного моделирования, имитирующего условия реальных испытаний. Представлен сравнительный анализ результатов, полученных при моделировании процесса торможения автобуса и в условиях дорожных испытаний.

Ключевые слова: тормозные свойства, автобус, моделирование, дорожные испытания, тормозной путь, замедление.

Проблеме повышения активной безопасности транспортных средств всегда уделяется большое внимание [1]. В последнее время наиболее актуальным становится вопрос применения и совершенствования интеллектуальных систем помощи водителю, позволяющих минимизировать последствия ошибок, допускаемых человеком в процессе управления транспорт-

ным средством. Наибольшее распространение и практическое внедрение получили системы электронного контроля устойчивости (ЭКУ) снижающие вероятность возникновения заносов и опрокидываний [2]. Проект новой редакции правил ЕЭК ООН №13 (Пересмотр 6 – Поправка 1) предусматривает регламентацию особых требований к транспортным средствам, оснащенным функцией обеспечения устойчивости транспортного средства (добавление 12, приложение 21). В соответствии с текстом документа, эффективность функции контроля траектории движения и/или устойчивости к опрокидыванию механических транспортных средств и прицепов категорий М, N и O может быть определена как в процессе дорожных испытаний, так и при помощи компьютерного моделирования. При этом аттестация применяемых средств моделирования должна быть проведена на основе сопоставлений результатов расчетов с данными реальных испытаний транспортного средства.

В настоящее время существует широкий спектр компьютерных программ, позволяющих имитировать различные условия движения автомобиля и воспроизводить алгоритмы работы интеллектуальных систем активной безопасности. Одной из таких программ является *SDK-Simulation*, используемая в практике научно-исследовательского центра компании Кнорр-Бремзе (Будапешт, Венгрия). Данная программа обладает значительным функционалом и обеспечивает высокоточное моделирование условий движения различных категорий транспортных средств [3].

В системах ЭКУ используется принцип автоматического управления тяговыми и тормозными моментами на колесах, таким образом, эффективность системы во многом зависит от эффективности тормозной системы. С точки зрения моделирования движения автомобиля и имитации работы системы ЭКУ важно в первую очередь обеспечить достоверное моделирование любых процессов торможения, в том числе и без воздействия интеллектуальной системы. Таким образом, обоснование возможности применения тех или иных средств моделирования для оценки эффективности ЭКУ должно включать в себя сопоставление различных вариантов расчетов и экспериментов, имитирующих возможные дорожные ситуации: торможение, смену полосы движения, вход в поворот.

В данной статье представлены результаты сравнительного анализа результатов моделирования торможения автобуса, полученных с использованием программы *SDK-Simulation*, с данными дорожных испытаний. Исследования выполнены сотрудниками Автомобильного института НГТУ при поддержке Испытательной лаборатории НГТУ. Объектом исследования являлся автобус ПАЗ-4234-05 (рисунок 1). Дорожные испытания проводились на автополигоне ГАЗ. Работа выполнена в рамках поисковой НИР, финансируемой из средств Федеральной целевой программы Министерства образования и науки РФ «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.».



Рисунок 1 – Автобус ПАЗ-4234-05

Для определения параметров движения автобуса использовалась современная измерительная система *RaceLogic VB20SL3 20Hz GPS Data Logger With Slip, Pitch and Roll Angle*. Принцип работы системы основан на использовании *GPS* технологий.

На крышу автомобиля устанавливаются магнитные антенны (рисунок 2), которые обес-

печивают связь со спутником и позволяют зафиксировать скорость транспортного средства, ускорение (по 2-м осям), траекторию движения, угол крена и угловую скорость поворота (рисунок 3).



Рисунок 2 – Измерительный комплекс RaceLogic: а – блок сбора данных системы RaceLogic; б – схема установки антенн на крыше автобуса

На рисунке 3 показаны фрагменты экспериментальных и расчетных исследований.

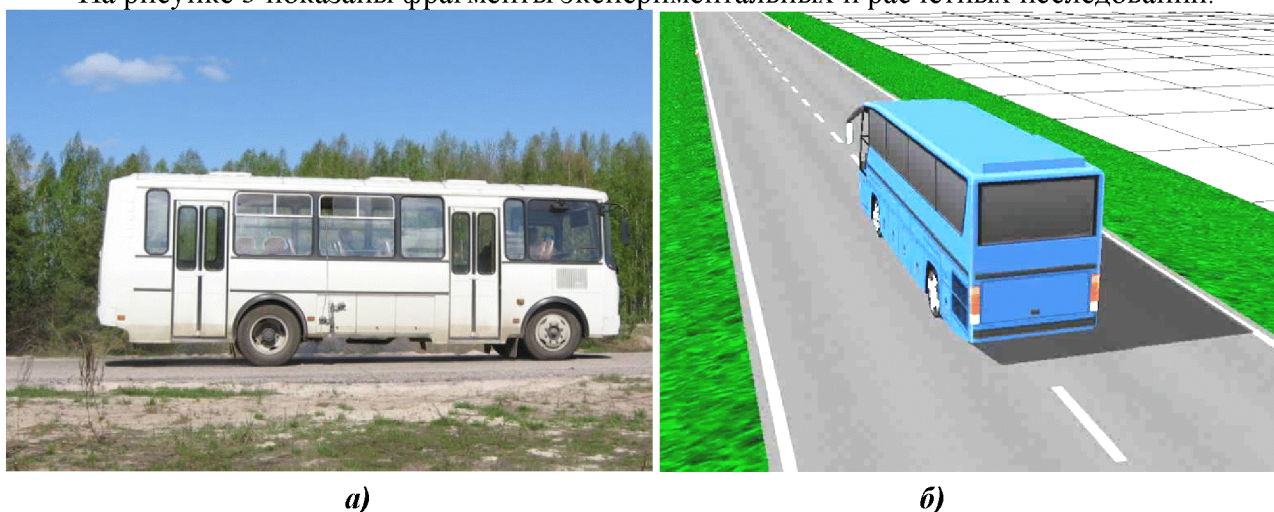


Рисунок 3 – Исследование процесса торможения: а – дорожные испытания; б – компьютерное моделирование

В таблице 1 приведены значения тормозного пути для разных начальных скоростей торможения.

Таблица 1

Значения тормозного пути для различных начальных скоростей торможения

Начальная скорость торможения v_0 , км/ч	Тормозной путь, м		Расхождение, %
	Испытания	Моделирование	
40	13,77	12,12	11,96
50	18,65	18,01	3,43
60	27,93	25,25	9,59

На рисунках 4-6 показаны графики изменения продольного замедления автобуса при торможении. Сплошными линиями показаны данные, зафиксированные в ходе натруных испытаний, пунктирными – данные компьютерного моделирования.

Анализ данных показывает, что результаты экспериментальных исследований и компьютерного моделирования имеют хорошую сходимость. Расхождение по значениям тормозного пути не превышают 3... 12%. Кривые изменения замедления в процессе торможения, полученные при расчете, полностью повторяют кривые, построенные по данным дорожных испытаний.



Рисунок 4 – Графики изменения замедления при торможении со скорости 40 км/ч



Рисунок 5 – Графики изменения замедления при торможении со скорости 50 км/ч

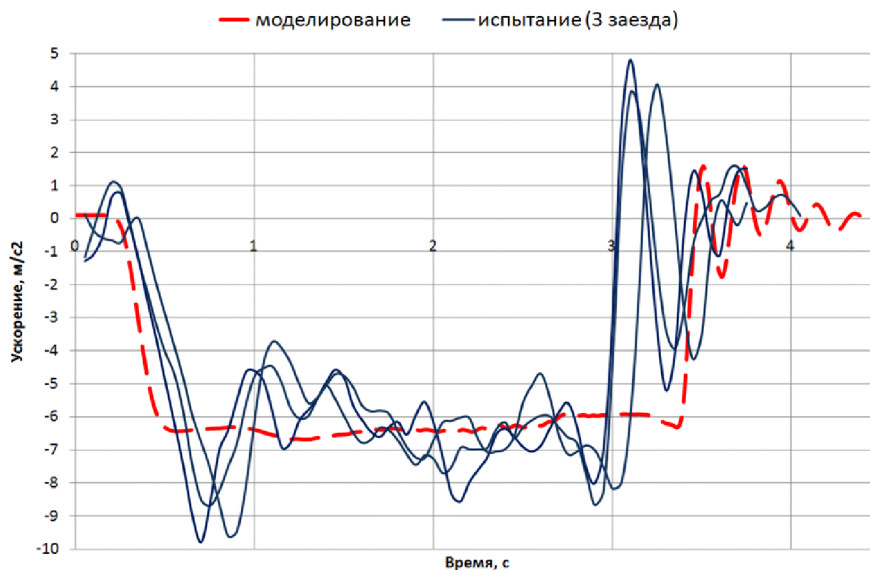


Рисунок 6 – Графики изменения замедления при торможении со скорости 60 км/ч

На рисунке 7 показаны графики изменения скорости автобуса при торможении, полу-

ченные в ходе дорожных испытаний и при моделировании. Следует отметить, что виртуальная модель имеет лучшие показатели тормозных свойств, чем реальное транспортное средство. Это объясняется тем, что в модель заложен идеальный алгоритм работы тормозной системы и электронного блока антиблокировочной системы (АБС). Реальная тормозная система и ее компоненты имеют целый ряд особенностей, которые достаточно сложно воспроизвести в компьютерной модели. В этой связи целесообразным является расширение возможностей компьютерного моделирования путем перехода к комплексному имитационному моделированию, в котором можно было бы симитировать не только условия движения транспортного средства, но и реальные процессы, происходящие в автокомпонентах. Наиболее перспективным является использование программно-аппаратного комплекса (ПАК), включающего в себя реальные компоненты автомобиля, специальный измерительный комплекс, современное программное обеспечение. Такой подход позволяет моделировать поведение транспортных средств с учетом особенностей работы реальных агрегатов и блоков управления [4].

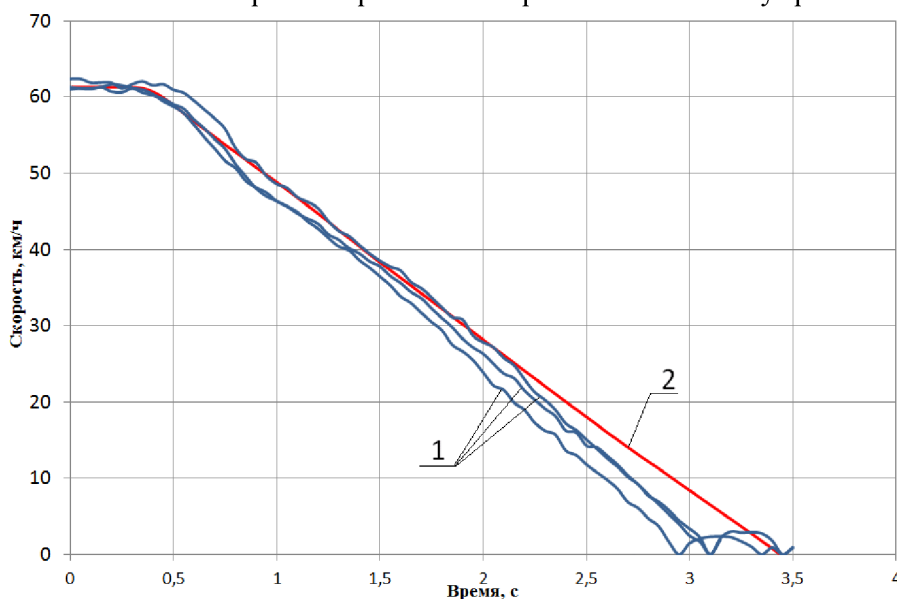


Рисунок 7 – Графики изменения скорости движения автобуса: 1 – результаты дорожных испытаний; 2 – данные компьютерного моделирования

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Разработана имитационная модель автобуса ПАЗ 4234-05 в программном комплексе *SDK-Simulation*, учитывающая основные параметры конструкции транспортного средства.
2. Сравнение результатов компьютерного моделирования и дорожных испытаний показало хорошую сходимость. Расхождение значений тормозного пути при разных начальных скоростях торможения не превышает 3...12%.
3. Разработанная имитационная модель автобуса и результаты исследований могут быть использованы при разработке методики оценки свойств активной безопасности транспортных средств по результатам имитационного моделирования, которая имеет важное практическое значение на этапах проектирования и доводки автомобилей.
4. Для повышения точности имитационного моделирования необходимо использование программно-аппаратного комплекса, обеспечивающего физическое моделирование работы тормозной системы транспортного средства.

Литература

1. Бахмутов С.В. Совершенствование метода интегральных силовых диаграмм для оценки управляемости и устойчивости автомобиля. / С.В. Бахмутов, А.А. Ахмедов, А.Б. Орлов // Известия МГТУ «МАМИ». 2011, № 1(11), с. 22-26.
2. Грошев А.М. Применение электронных систем курсовой устойчивости на коммерческом транспорте российского производства. / А.М. Грошев, А.В. Тумасов, Л. Палкович // Журнал ААИ. 2010, № 1, с. 34-37.

3. Тумасов А.В. Исследование свойств активной безопасности транспортных средств методом имитационного моделирования. / А.В. Тумасов, А.М. Грошев, В.Г. Дыгало и др. // Журнал ААИ. 2011, № 2, с. 34-37.
4. Никольский В.А. Применение программно-аппаратных комплексов для оценки тормозных свойств транспортных средств по результатам имитационного моделирования. / В.А. Никольский, А.В. Тумасов, А.М. Грошев, В.В. Михайлов // Труды НГТУ. 2011, № 3(88), с. 114–118.

Анализ конструкции автомобильного генератора возвратно-поступательного движения

Духанин В.И., к.т.н. доц. Кецарис А.А.
Университет машиностроения, МЗСА

8 (495) 223-05-23, don. 1312, ketsaris@mail.ru, 8 (499) 168-87-29, vidwork@mail.ru

Аннотация. В настоящей статье рассматривается автомобильный генератор возвратно-поступательного движения со свободным поршнем, являющийся интегральным устройством, преобразующим механическую энергию возвратно-поступательного движения поршня двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в электрическую энергию для использования в качестве бортового источника питания гибридных транспортных средств. Рассматриваются преимущества этого способа преобразования тепловой энергии в электрическую энергию и проблемы проектирования. Сформулированы требования к линейному электрогенератору со свободным поршнем. Дан краткий обзор разработок линейных электрогенераторов.

Ключевые слова: линейный электрический генератор, двигатель со свободным поршнем, линейная синхронная электрическая машина с постоянными магнитами

Введение

Генератор возвратно-поступательного движения, или линейный электрогенератор со свободным поршнем (ЛГСП), является относительно новым видом устройств, вырабатывающих электроэнергию и представляет интерес как перспективная концепция энергоустановки для гибридного транспорта, а также для передвижных и стационарных электрических энергоустановок. Появление ЛГСП объясняется поиском оптимального промежуточного звена между классическими ДВС и «чистой» электротягой. В настоящее время эту нишу интенсивно заполняет гибридный электротранспорт. Использование в гибридных схемах мало-размерного ДВС, механической трансмиссии, отдельного генератора, несмотря на выбор наиболее выгодных параметров системы, является громоздким, дорогим и трудно оптимизируемым решением преобразования тепловой энергии сгорания топлива в электрическую энергию. Вместо этого предлагается использование на борту транспортного средства интегрированной силовой установки, состоящей из двигателя внутреннего сгорания со свободным поршнем и линейного электрического генератора.

Рассматривать ЛГСП в качестве реального альтернативного решения для бортовых источников энергии транспортных средств стало возможным благодаря ряду важных технических событий, произошедших за последние 15-20 лет, среди которых можно назвать:

- развитие силовой электроники на основе мощных IGBT транзисторов;
- разработка углубленных методов управления электрическими машинами на основе сложных математических моделей (векторное управление);
- появление схемотехнической, элементной и программной базы для управления и оптимизации быстропротекающих процессов в режиме реального времени, характерных для двигателей внутреннего сгорания;
- проведение газодинамических исследований в области оптимизации сгорания топлива в ДВС (режим сгорания гомогенной топливной смеси с зажиганием от сжатия, HCCI-