

УДК 629.3: 001.57

А. Н. ТУРЕНКО, д-р техн. наук, проф. «ХНАДУ», Харьков;

А. В. УЖВА, канд. техн. наук, доц. «ХНАДУ»;

А. В. СЕРГИЕНКО, асп. «ХНАДУ»;

В. А. ШАПОВАЛЕНКО, асп. «ХНАДУ»

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО СОЗДАНИЮ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СПОРТИВНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В статье приводится анализ методов исследования систем пассивной безопасности позволяющие провести исследование систем пассивной безопасности на ЭВМ не используя значительных затрат на проведение данных исследований, тем самым получить адекватные результаты эксперимента которые возможно использовать в дальнейших исследованиях.

Ключевые слова: моделирования, системы пассивной безопасности, математическое моделирование, графические модели, имитационные модели, компьютерное моделирование.

Введение. Современный прогресс в науке и технике, безусловно, связан с появлением и стремительным развитием электронных вычислительных машин (ЭВМ). Использование вычислительной техники для решения сложных задач на производстве позволяет повысить эффективность расчётов и снизить затраты на проектирование. Поэтому применение ЭВМ для моделирования систем пассивной безопасности. Является очередным шагом на пути к повышению точности, испытаний систем пассивной безопасности спортивного автомобиля. Моделирование является одним из способов изучения поведения систем пассивной безопасности в разных критических и после аварийных ситуациях [1]

Анализ последних достижений и публикаций. На современном этапе развития автомобильного спорта внимание команд было направлено на улучшение систем пассивной безопасности, это было связано с увеличением скорости спортивных автомобилей. Компьютерное моделирование занимает одну из важных ролей в проектировании систем пассивной безопасности на ранних стадиях проектирования. В работе «Оптимальная сдерживающая система для обеспечения безопасности пассажира при столкновении транспортного средства» Фалалева А. П. к.т.н, доцента, Севастопольского национального технического университета были проведены исследования в современных программных пакетах типа LS-DYNA (Ansys), Nastran дают высокую точность и адекватность при расчёте динамических нагрузок в задачах проверки характеристик будущей конструкции [7]. При определении оптимальных характеристик системы данные методы могут быть использованы, как проверочные.

Исследованием свойств активной безопасности транспортных средств методом имитационного моделирования занимался к.т.н., доцент Тумасов А.В.. Он считает что, все большее значение при выполнении работ, направленных на повышение активной безопасности автотранспортных средств, приобретает имитационное моделирование. Представляющее процесс конструирования на ЭВМ модели сложной реальной системы, функционирующей во времени, и постановки экспериментов на этой модели с целью либо понять поведение системы, либо оценить различные стратегии,

© А. Н. Туренко, А. В. Ужва, А. В. Сергиенко, В. А. Шаповаленко, 2012

обеспечивающие функционирование данной системы. Имитационные модели транспортных средств и систем могут быть использованы для оценки их эксплуатационных свойств. Определения возможных способов совершенствования их конструкций [8]. Оценки влияния определенных конструктивных изменений на управляемость и устойчивость. В качестве программного обеспечения был выбран пакетный комплекс SDK Simulation. Пакетный комплекс обладает значительным функционалом, таким образом, для более адекватного и достоверного имитационного моделирования необходимо использовать специальные программно-аппаратные комплексы. Включающие в себя не только программное обеспечение, но также реальные компоненты конструкции ТС (в частности, агрегаты тормозной системы, включая электронные блоки управления и компоненты электронных систем активной безопасности).

Цель и постановка задачи. Целью работы является провести обзор существующих методов проектирования систем пассивной безопасности. Задачей данного обзора является рассмотрение видов моделирования систем пассивной безопасности для выбора наиболее практичного и эффективного метода исследования.

Решения задачи. Для примера затрат времени на проведение ударных испытаний автомобилей обычного автомобиля составляет от 150 до 200 тысяч часов, экспериментальной модели автомобиля до 2 млн. часов, в то же время виртуальные испытания занимают 5-7 тысяч часов. При разработке новой модели автомобиля производители проводят 150-200 виртуальных испытаний и 5-6 реальных на (рис 1) приведены примеры временных затрат на исследование виртуальных и натуральных экспериментов. Какой бюджет выделяется на такие исследования спортивных команд, не разглашается и держится в тайне, такие испытания могут составлять десятки, а то и сотни миллионов условных единиц.

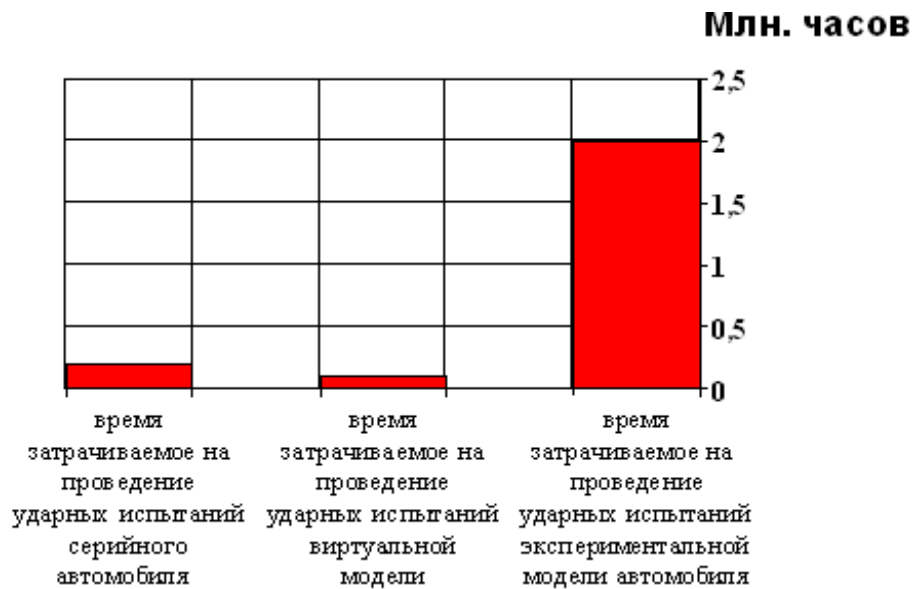


Рисунок 1 – Сравнение затрат времени на проведение ударных испытаний автомобилей

Понятие моделирования достаточно сложное. Оно включает в себя огромное разнообразие способов моделирования: от создания натуральных моделей разных

систем пассивної безпеки спортивного автомобіля (уменьшених і или збільшених копій реальних об'єктів) до вивода математических формул котрі описують певний процес. Для різних явищ і процесів бувають доречними різні способи моделювання з метою дослідження і пізнання. Об'єкт, котрий отримується в результаті моделювання, називається моделлю. При проведенні віртуальних ударних навантажень виробники використовують в основному розрахункові системи такі, як ANSYS, SolidWorksSimulation, LS - DYNA, Abaqus, PAM - Crash (ESI Group) Suite NX, MD Adams, MD Nastran, засновані на використанні методів кінцевих елементів (МКЕ). Ці програми представляють собою зручну середовище для проведення чисельних розрахунків, доповнюючі експерименти, проводимі в лабораторіях. При математическому моделюванні зіткнень концерн Volkswagen заснований на методі кінцевих елементів і системі багаточисельних тіл (рис. 2). Отримана на комп'ютері модель автомобіля, складена з декількох десятків тисяч окремих елементів, може бути поставлена в різні умови разом з такими ж моделями пасажирів. Завдяки наявним програмам, можна отримувати найрізноманітніші дані про стан кузова, пасажирів, прискорення і деформації [2,3]. Точність такого моделювання підтверджується натурними вимірами. Уникаючи великих витрат, на таких моделях можна оцінити властивості реальних прототипів.



Рисунок 2 - Сравнительный анализ разрушений автомобиля, выполненный компанией Volkswagen.

Хоча модель і може бути точною копією оригіналу, але частіше за все в моделях відтворюються такі – ні будь важливі для даного дослідження елементи, а рештими пренебрегають. Це спрощує модель. Моделювання проходить три етапи:

- Створення моделі.
- Вивчення моделі.
- Використання результатів дослідження на практиці і/або формулювання теоретических висновків.

Приклади типів моделей:

Математические модели - это приближенное описание какого - либо класса явлений или объектов реального мира на языке математики.

Графические модели. Визуальное представление объектов, которые настолько сложны, что их описание иными способами не дает человеку ясного понимания. Здесь наглядность модели выходит на первый план.

Имитационные модели. Позволяют наблюдать изменение поведения элементов системы - модели, проводить эксперименты, изменяя некоторые параметры модели. Над созданием модели могут работать специалисты из разных областей, т.к. в моделировании достаточно велика роль меж предметных связей.

Компьютерное моделирование – это в определенной степени, то же самое, описанное моделирование, но реализуемое с помощью компьютерной техники. Для компьютерного моделирования важно наличие определенного программного обеспечения.

Так, если математическая формула очень сложна, что не дает явного представления об описываемых ею процессах, то на помощь приходят графические и имитационные модели. Компьютерная визуализация может быть намного дешевле реального создания натуральных моделей.

Если система сложна, а требуется проследить за каждым ее элементом, то на помощь могут прийти компьютерные имитационные модели. На компьютере можно воспроизвести последовательность временных событий, а потом обработать большой объем информации [3].

Методы исследования сложных систем

Одной из важных проблем в области разработки и создания современных сложных технических систем является исследование динамики их функционирования на различных этапах проектирования, испытания и эксплуатации. *Сложными системами* называются системы, состоящие из большого числа взаимосвязанных и взаимодействующих между собой элементов. При проектировании сложных систем ставится задача разработки систем, удовлетворяющих заданным техническим характеристикам. Поставленная задача может быть решена одним из следующих методов:

- методом синтеза оптимальной структуры системы с заданными характеристиками;
- методом анализа различных вариантов структуры системы для обеспечения требуемых технических характеристик.

Оптимальный синтез систем в большинстве случаев невозможен в силу сложности поставленной задачи и несовершенства современных методов синтеза сложных систем. Методы анализа сложных систем, включающие в себя элементы синтеза, в настоящее время достаточно развиты и получили широкое распространение [4, 5].

Любая синтезированная или определенная каким - либо другим образом структура сложной системы для оценки ее показателей должна быть подвергнута испытаниям. Таким образом, конечным этапом проектирования сложной системы. Осуществленного как методом синтеза структуры, так и методом анализа вариантов структур, является анализ показателей эффективности проектируемой системы.

Среди известных методов анализа показателей эффективности систем и исследования динамики их функционирования следует отметить:

- аналитический метод;
- метод натуральных испытаний;

- метод полунатурального моделирования;
- моделирование процесса функционирования системы на ЭВМ.

Строгое аналитическое исследование процесса функционирования сложных систем практически невозможно. Определение аналитической модели сложной системы затрудняется множеством условий, определяемых особенностями работы системы, взаимодействием ее составляющих частей, влиянием внешней среды и т.п. Натуральные испытания сложных систем связаны с большими затратами времени и средств. Проведение испытаний предполагает наличие готового образца системы или ее физической модели, что исключает или затрудняет использование этого метода на этапе проектирования системы.

Широкое применение для исследования характеристик сложных систем находит метод полунатурального моделирования. При этом используется часть реальных устройств системы. Включенная в такую полунатуральную модель ЭВМ имитирует работы остальных устройств системы, отображенных математическими моделями. Однако в большинстве случаев этот метод также связан со значительными затратами и трудностями, в частности, аппаратной стыковкой натуральных частей с ЭВМ [5]. Исследование функционирования сложных систем на ЭВМ помогает сократить время и средства на разработку. Результаты моделирования по своей ценности для практического решения задач часто близки к результатам натурального эксперимента.

Метод имитационного моделирования

Метод имитационного моделирования основан на использовании алгоритмических (имитационных) моделей, реализуемых на ЭВМ, для исследования процесса функционирования сложных систем. Для реализации метода необходимо разработать специальный моделирующий алгоритм. В соответствии с этим алгоритмом в ЭВМ вырабатывается информация, описывающая элементарные процессы исследуемой системы с учетом взаимосвязей и взаимных влияний. При этом моделирующий алгоритм строится в соответствии с логической структурой системы с сохранением последовательности протекаемых в ней процессов и отображением основных состояний системы.

Основными этапами метода являются:

- моделирование входных и внешних воздействий;
- воспроизведение работы моделируемой системы (моделирующий алгоритм);
- интерпретация и обработка результатов моделирования.

Метод имитационного моделирования позволяет решать задачи исключительной сложности. Метод не требует специальной аппаратуры для каждой новой задачи и позволяет легко изменять значения параметров исследуемых систем и начальных условий. Эффективность моделирования тем более высока, чем на более ранних этапах проектирования системы он начинает использоваться [6].

Выводы

1. Проведен анализ видов моделирований применяемых на данный момент в проектировании систем пассивной безопасности автомобильными производителями.
2. Среди представленных методов можно выделить компьютерное моделирование, так как оно имеет ряд преимуществ и не существенные недостатки. Которые можно решить, не прибегая к существенным затратам.

3. Применение программ таких доступных как ANSYS, SolidWorksSimulation и др. поможет в полной мере промоделировать и провести виртуальный эксперимент и получить адекватные результаты эксперимента.

Список литературы: 1. *Wech V., Ostmann B.* Результаты экспериментов, имитирующих лобовое столкновение автомобилей // *Automobiltechn Z.* – 1999. – Vol. 101, № 5. – S. 344-349. 2. *Hack G.* Исследования последствий столкновений транспортных средств // *Auto, Mot. and Sport.* – 1999. - № 14. – P. 36-42. 3. *Новописный Е. А., Шутков А. И.* Возможности использования математического моделирования при имитации столкновений автомобилей // (*БГТУ им. В.Г.Шухова, г.Белгород, РФ*). 4. *Филькин Н.М., Зыков С.Н.* Повышение энергопоглощающей способности передней части кузова автомобиля при фронтальном столкновении с препятствием// *Информационные технологии моделирования и управления.* – 2004. - № 15. – С. 122-127. 5. *Lanard J.-L., Lestavel J., Guirehut S.* Испытания бампера автомобиля // *ATZ: Automobiltechn Z.* – 2002. – Vol. 104, № 11. - P. 996-1001. 6. *Scharnhorst Th., Schettler-Kohler K., Wester H.* Исследование деформаций кузова автомобиля и кинематики пассажиров при моделировании столкновений // *Automobiltechn Z.* – 1990. – Vol. 92, № 11. - S. 644-646, 649-652. 7. Оптимальная сдерживающая система для обеспечения безопасности пассажира при столкновении транспортного средства / *А.П. Фалалеев* // *Машиноприборостроение и транспорт, Украина,* – 2011г. – Вып.№118. – С. 145-150. 8. Исследованием свойств активной безопасности транспортных средств методом имитационного моделирования / *А.В. Тумасов, А.М. Грошев, С.Ю. Костин, М.И. Саунин, Ю.П. Трусов,*// *Журнал Автомобильных Инженеров, Россия,* - 2011г. – Вып№2(67). – С. 34-37.

Поступила в редколлегию 24.11.2012

УДК 629.3: 001.57

Состояние вопроса по созданию моделей систем пассивной безопасности спортивных автомобилей на стадии проектирования / А. Н. Туренко, А. В. Ужва, А. В. Сергиенко, В. А. Шаповаленко // *Вісник НТУ «ХПІ».* Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2012. – № 60 (966). – С. 42–47. – Бібліогр.: 8 назв.

У статті приводиться аналіз методів дослідження систем пасивної безпеки які дозволяють провести дослідження систем пасивної безпеки на ЕВМ не використовуючи значних затрат на проведення даних досліджень, тим самим отримати адекватні результати експерименту які можливо використати в подальших дослідженнях.

Ключові слова: моделювання, системи пасивної безпеки, математичне моделювання, графічні моделі, імітаційні моделі, комп'ютерне моделювання.

The article shows the analysis methods for the study of passive safety systems that allow studying safety systems on EVM without using substantial costs of these studies, thereby to obtain adequate results of an experiment that can be used in further studies.

Key words: modeling, passive safety systems, mathematical modeling, graphical models, simulation models, computer modeling.