

правлено на сохранение работоспособности машины на базе предсказания нарастающего отказа и вывода машины из критического состояния.

Анализируя изменения рабочих параметров машины, система управления осуществляет коррекцию задающих воздействий водителя, обеспечивая тем самым защитные функции при его ошибочных действиях. В случае возникновения ситуации, когда необходимо обеспечить требуемый режим движения независимо от технического состояния машины, например, в боевой обстановке при возникновении отказа и невозможности его локализации автоматической системой, водитель может перейти на ручной режим управления движением.

Переход на ручное управление осуществляется и в случае выхода из строя автоматической системы контроля и управления. При этом на пульте управления сохраняется индикация аварийной сигнализации.

Заключение.

Система управления движением гусеничными и колесными машинами должна обеспечивать оптимальные тягово-скоростные и динамические качества машины в условиях широко и часто изменяющихся условий и режимов движения, которые являются случайными воздействиями.

Необходимость автоматического комплексного управления движением машины, контроля и диагностирования ее рабочих параметров обуславливает внедрение в колесную и гусеничную технику бортовых информационно-управляющих систем, минимизирующих участие человека в выборе режимов работы систем и агрегатов, обеспечивающих движение машины. При этом БИУС должна обладать адаптивными свойствами в связи с широко изменяющимися условиями движения, свойствами узлов и агрегатов в процессе эксплуатации объекта, а также задающих воздействий водителя.

Литература.

1. Савочкин В.А., Дмитриев А.А. Статистическая динамика транспортных и тяговых машин.- М.: Машиностроение, 1990.-320 с.
2. Срагович В.Г. Адаптивное управление.- М.: Наука,1981.- 384 с.
3. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование.- М.: Машиностроение, 1973.- 606 с.

Использование программного обеспечения для математического моделирования при проектировании автомобилей с гибридными силовыми установками

Черанёв С. В.

МГТУ «МАМИ»

8(495) 223-05-23 доб. 1154, cheranев@mami.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы математического моделирования при проектировании автомобилей с гибридными силовыми установками. При проектировании транспортного средства одной из основных задач, стоящих перед разработчиками, является максимальная проработка проекта еще до постройки опытных образцов. Правильно построенная математическая модель может вплотную приблизить результаты виртуальных испытаний к реальным стендовым и дорожным тестам. Работая с математической моделью, инженер способен протестировать автомобиль с различными узлами и агрегатами, что является практически невозможным при работе с реальными системами и агрегатами.

Ключевые слова: гибридная силовая установка, математическое моделирование, система управления, тягово-динамические характеристики.

При проектировании транспортного средства одной из основных задач, стоящих перед разработчиками, является максимальная проработка проекта еще до постройки опытных образцов. Правильно построенная математическая модель может вплотную приблизить результаты виртуальных испытаний к реальным стендовым и дорожным тестам. Работая с матема-

тической моделью, инженер способен протестировать автомобиль с различными узлами и агрегатами, что является практически невозможным при работе с реальными системами и агрегатами.

Трансмиссия автомобиля — это цепочка агрегатов, связывающая источник механической работы с колёсами. Таким образом, математическая модель представляет собой систему блоков (узлов и агрегатов трансмиссии), связанных между собой и имеющих определенные зависимости крутящего момента, мощности, угловых скоростей и т.д.

Узлы и агрегаты современного автомобиля становятся укомплектованными всё более сложной электронной начинкой, обеспечивающей обмен данными между системами. Например, программа управления двигателем внутреннего сгорания связана с модулями управления трансмиссией для обеспечения оптимального крутящего момента. Следовательно, в математической модели необходимо предусмотреть моделирование сенсоров и датчиков.

Кроме того, возможно применение математического моделирования для частичного замещения агрегатов, чем, например, пользуются разработчики трансмиссий, когда им необходимо смоделировать работу различных двигателей внутреннего сгорания или сопротивление различных дорожных покрытий.

Одним из самых популярных программных обеспечений для математического моделирования является продукт MathWorks Matlab Simulink. Simulink позволяет моделировать и анализировать работу систем, выходные параметры которых меняются с течением времени. Иными словами, программа создана для работы с динамическими системами. Работа в Simulink заключается в следующем:

1. пользователь создает блочную диаграмму, задает временные математические зависимости между входами, состояниями и выходами системы;
2. пользователь запускает процесс моделирования системы в реальном времени.

Блочные диаграммы Simulink (рисунок 1) определяют временные связи между сигналами и переменными состояниями. Решение блочной диаграммы получается из оценки этих взаимосвязей в течение времени. Сигналы представляют собой количественные характеристики, которые меняются с течением времени и которые определены для каждого шага времени между началом и концом течения программы. Взаимосвязи между сигналами и переменными состояниями определяются системами уравнений, представленными блоками. Каждый блок состоит из системы уравнений.

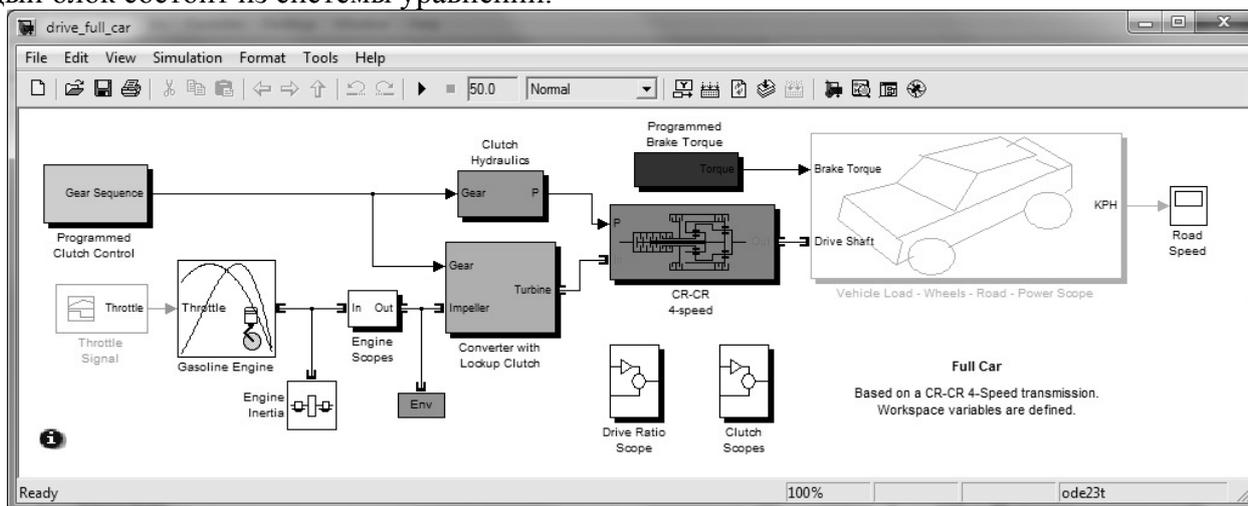


Рисунок 1 – Структурная схема математической модели автомобиля, построенная из блоков SimDriveline и Simulink

ПО Simulink содержит также группы блочных диаграмм (рисунок 2) для применения в конкретных областях. Например, модуль SimDriveline представляет собой среду для проектирования и моделирования трансмиссий. Данный модуль позволяет представить трансмиссию автомобиля с помощью блочных диаграмм. Библиотеки элементов SimDriveline содержат блоки для реализации работы тел вращения, зубчатых зацеплений, динамических эле-

ментов, таких как пружины и амортизаторы, сцепления, коробок передач и различных датчиков.

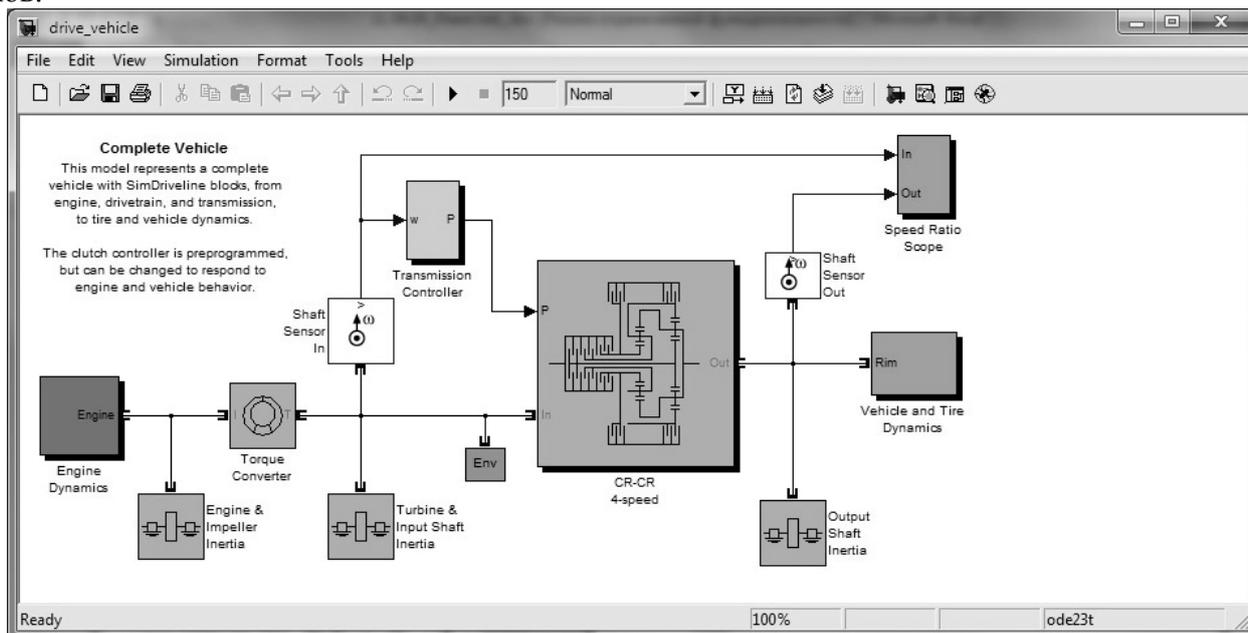


Рисунок 2 – Структурная схема математической модели автомобиля из блоков SimDriveline, охватывающие системы от двигателя и трансмиссии до шин

SimDriveline позволяет построить полную модель трансмиссии автомобиля (рисунок 3). Такая модель включает модели двигателя внутреннего сгорания и трансмиссии, а также упрощенную модель связки трансмиссия-колесо-дорога.

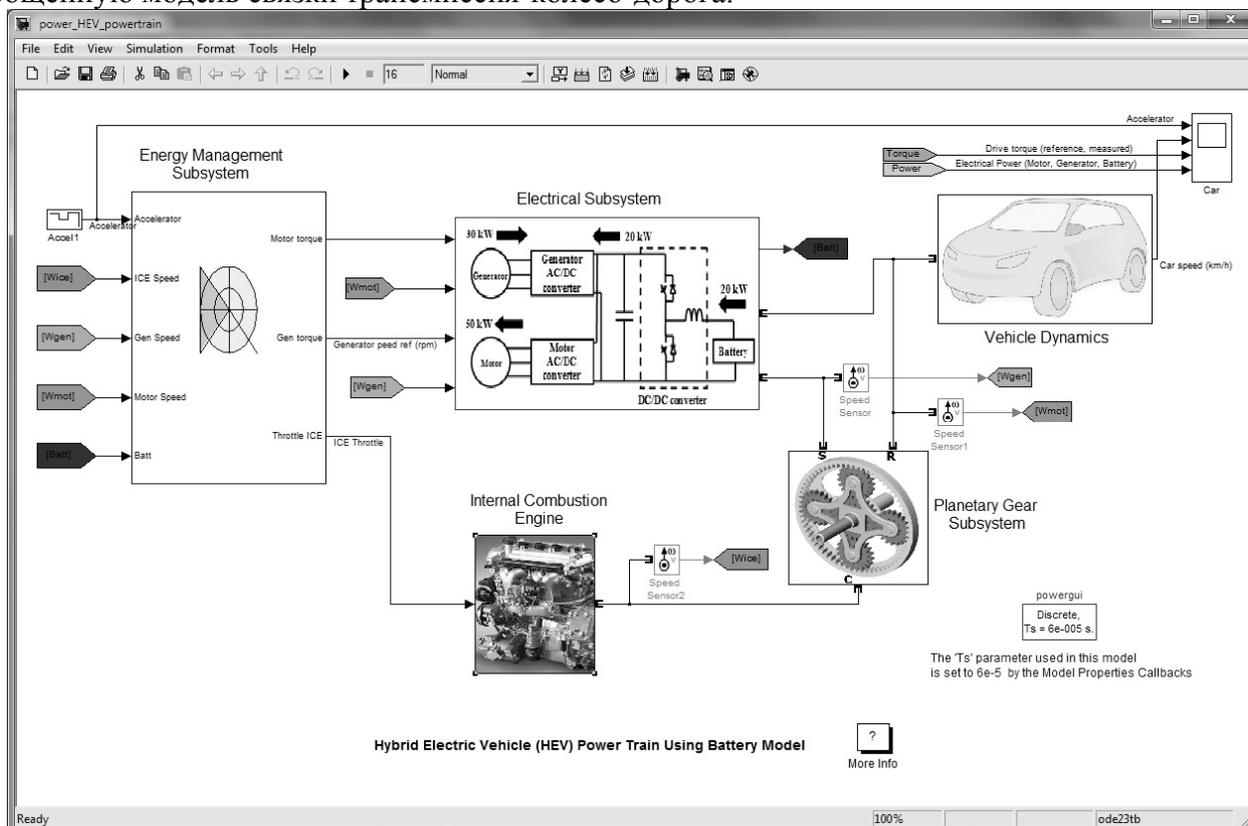


Рисунок 3 – Структурная схема математической модели автомобиля с гибридной силовой установкой из блоков SimDriveline и SimPowerSystems

Разработчики программы также предусмотрели специальный модуль SimPowerSystems, объединяющий работу электрических и механических систем, а также систем управления. Вместе с SimDriveline они позволяют построить модель автомобиля с гибридной силовой ус-

тановкой.

Рассматриваемая схема представляет собой модель автомобиля с последовательно-параллельной схемой гибридной силовой установки.

Электрическая подсистема состоит из четырех частей: электромотора, генератора, батареи и конвертера.

Подсистема планетарной передачи представляет собой устройство распределения крутящего момента — планетарная передача передает механическую движущую силу от двигателя внутреннего сгорания, электромотора генератора распределяя и объединяя её.

Подсистема динамики движения моделирует механические системы автомобиля:

- главная передача;
- межколесный дифференциал;
- динамика шин;
- динамика движения;
- потери на трение.

В данной модели присутствует пять основных индикаторов:

- индикатор главной системы Car показывает положение педали акселератора, скорость автомобиля, крутящий момент и направление потока мощности;
- индикатор электрической подсистемы PMSM Motor Drive демонстрирует показатели электромотора: скорость ротора, крутящий момент;
- индикатор PMSM Generator Drive показывает аналогичные параметры для генератора;
- индикатор измерений показывает значения напряжения и тока, и состояние заряда батареи;
- индикатор системы управления показывает режимы работы системы.

Следующие диаграммы (рисунок 4) показывают различные режимы работы гибридной трансмиссии: разгон, движение с постоянной скоростью, заряд батарей при ускорении и регенеративное торможение.

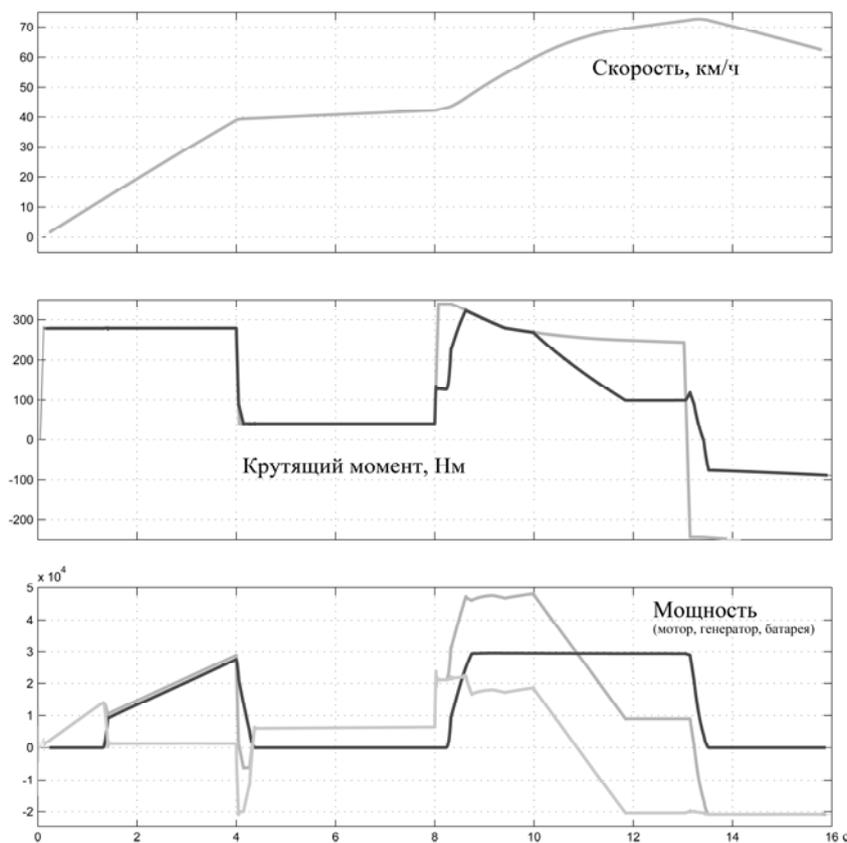


Рисунок 4 – Диаграммы различных параметров движения автомобиля с гибридной силовой установкой

По приведенным диаграммам видно, что автомобиль разгоняется до 73 км/ч за 14 секунд, и затем замедляется до 61 км/ч.

Таким образом, программный комплекс Matlab Simulink позволяет проводить моделирование систем автомобиля в довольно широких пределах, что позволяет максимально приблизить результаты компьютерного анализа к реальным испытаниям (рисунок 5).

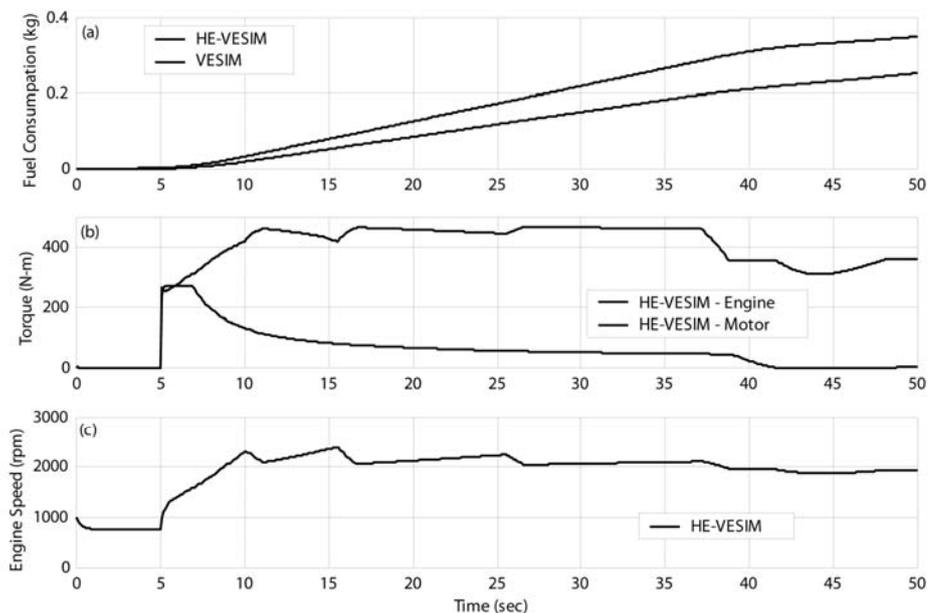


Рисунок 5 – Пример анализа тягово-динамических и топливно-экономических качества автомобиля с гибридной силовой установкой

Заключение

Автомобиль с гибридной силовой установкой насыщен сложными и высокотехнологичными системами. Для лучшей согласованности компонентов гибридной трансмиссии и для оптимального управления её модулями при проектировании следует использовать программы для полного математического моделирования систем автомобиля. Такие программы, как Matlab Simulink, позволяют значительно ускорить и упростить процесс испытания и доводки систем, а так же способствуют уменьшению расходов при создании перспективных транспортных средств.

Литература

1. Bryce Johnson. Engine, battery and vehicle simulation strategies for transmission testing. 2009 Ground Vehicle Systems Engineering and Technology Symposium.
2. Документация по MathWorks Matlab/Simulink.
3. Chan-Chiao Lin, Zoran Filipi, Yongsheng Wang, Loucas Louca, Huei Peng, Dennis Assanis, Jeffrey Stein. Integrated, Feed-Forward Hybrid Electric Vehicle Simulation in SIMULINK and its Use for Power Management Studies. 2001.

Особенности работы управляемых фрикционных муфт в составе энергосиловой установки гибридного автомобиля

д.т.н. Бахмутов С.В., к.т.н. Круташов А.В., Маликов О.В., Благушко Я.И.
МГТУ «МАМИ»

(8) 495 223-05-28, svb@mami.ru

Аннотация. В работе рассматриваются комбинированные энергетические установки (КЭУ) смешанной схемы для грузовых автомобилей и автобусов. Рассмотрена работа управляемых фрикционных муфт в составе КЭУ и определены основные технические требования к ним.