

## **ВЫБОР КОНЦЕПЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ АГРЕГАТОВ И СИСТЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Проектирование узлов и агрегатов автомобиля производится в настоящее время с помощью ЭВМ. При этом, в зависимости от этапа проектирования, объект проектирования представляется в виде имитационных моделей различной сложности.

При построении имитационных моделей сложных систем, к которым относится автомобиль и его отдельные агрегаты, целесообразно использовать модульный принцип. Последний связан с процессом разбиения сложной системы на отдельные слабосвязанные компоненты, допускающие их относительно независимую разработку и использование. Проблемы модульного построения, то есть проблемы разбиения (декомпозиции) системы на подсистемы, задачи на подзадачи, программного обеспечения на отдельные программы и подпрограммы возникают на различных этапах проектирования таких систем.

Выбор концепции построения имитационных моделей агрегатов и систем автомобиля на различных уровнях их проектирования может быть рассмотрен на примере создания имитационных моделей системы автоматического переключения передач (САПП). Здесь под САПП понимается система, состоящая из узлов силового агрегата транспортной машины и системы автоматического управления этими узлами в процессе переключения передач, называемой системой автоматического управления переключением передач (САУПП).

САУПП собирает и обрабатывает информацию о состоянии и режиме движения автомобиля, выбирает направление и момент переключения, управляет двигателем, моторным тормозом, сцеплением или фрикционом блокировки гидротрансформатора и коробкой передач в процессе переключения, производит выбор и включение требуемой передачи после торможения или движения автомобиля накатом, а также осуществляет самодиагностику элементов системы.

На каждом последующем уровне разработки САУПП степень подробности рассмотрения проектируемой системы возрастает, при этом последняя рассматривается не в целом, а в виде отдельных модулей. Кроме того, процесс переключения осуществляется совокупностью хотя и взаимодействующих друг с другом, но все же отдельных подсистем.

тем низшего уровня САПП. Это указывает на возможность декомпозиции и децентрализации управления переключением на основе разбиения процессов переключения на подпроцессы, осуществляемые подсистемами и сведения процесса управления к иерархической структуре.

Иерархическое представление процесса переключения передач и САПП в целом естественным образом включает в себя и математическое представление, то есть на каждом иерархическом уровне используются свои математические модели, сложность которых согласуется с требованиями анализа.

Однако когда моделируемый объект формализуется как многоуровневая иерархическая структура из элементов, которые сами являются достаточно сложными, разработка имитационной модели объекта превращается в трудную проблему. Это подчеркивает необходимость совершенствования средств автоматизации имитационного моделирования, которое, помимо основной цели – уменьшения трудоемкости ручных работ при проектировании систем, представляющих собой сложные структуры из разнородных элементов, - должно иметь в виду также снижение требований к подготовке пользователя по программированию, формализации и методам решения задач на ЭВМ.

Для создания имитационных моделей в рамках традиционных методов приходится составлять программы моделирования отдельно для каждого варианта системы с учетом различия по составу, структуре и типам элементов. Такой подход приводит к недопустимо большим затратам времени и вытекающему отсюда снижению оперативности имитационного моделирования.

В последние годы наметилась тенденция создания универсальных моделей и модельных модулей. Идея создания модельных модулей состоит в том, чтобы иметь набор моделей типовых элементов рассматриваемого класса систем, из которых с помощью несложных операций увязки входов и выходов создавать модели сложной системы любой структуры. Получаемые таким образом модели имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с так называемыми монолитными моделями, в которых большинство изменений требует перестройки всей модели. Во-первых, упрощается процесс построения модели сложной системы, облегчаются условия автоматизации процесса моделирования; во-вторых, модель становится легко доступной для изменений, доводки и модернизации, так как исправления в одной части модели не влекут за собой изменений в других частях; в-третьих, облегчается параллельная разработка любой сложной системы с привлечением большого количества разработчиков, что обычно затруднено в случае создания монолитных моделей.

Чем сложнее техническая система, тем больше моделей необходимо для ее имитации. При этом для получения наибольшего эффекта целесообразно иметь не разрозненную совокупность, а организованную систему моделей, построенную в соответствии с определенными принципами. Построение системы имитационных моделей САПП может идти разными путями.

Первый путь – это последовательное построение моделей при переходе от высшего уровня проектирования САУПП к низшему.

Основным недостатком такого пути является то, что для разработки и отладки некоторых имитационных моделей требуется достаточно много времени, иногда столько, сколько отведено на проектирование САУПП, а ограничения по времени могут приводить к ухудшению качества моделей. Кроме того, большинство моделей, полученных этим путем, будут приспособлены в основном для конкретных уровней проектирования.

Второй путь – иметь созданную систему достаточно сложных моделей, пригодных для всех уровней проектирования САУПП, устанавливаемой на транспортной машине с различными типами трансмиссий и двигателей. Особенность такой системы моделей заключается в том, что для разных уровней проектирования САУПП требуется разное количество данных: для менее точных исследований на высших уровнях – мало данных, для более точных исследований на низших уровнях – больше. Недостатком такого пути являются трудности создания моделей, пригодных на все случаи жизни. Кроме того, такие модели получаются дорогими и громоздкими.

Третий, наиболее перспективный путь – иметь систему моделей с ограниченной универсальностью, которая дополняется новыми модельными модулями по мере постановки новых задач. При этом создание новых моделей или модернизация имеющихся осуществляется исходя из той организации и тех принципов, по которым построена исходная система моделей.

Имитационные модели, образующие систему, должны быть взаимосвязаны так, чтобы результаты, полученных на одних моделях, достаточно просто могли быть использованы в других. Кроме того, система имитационных моделей функционирования САПП должна иметь иерархическую структуру, определяемую структурой моделируемых подсистем.

Таким образом, исходя из иерархической структуры САПП и назначения комплекса моделей, последний должен включать в себя в качестве типовых элементов модельные модули двигателя внутреннего сгорания; регулятора угловой скорости коленчатого вала двигателя;

моторного тормоза, устанавливаемого в выпускной системе двигателя; сцепления и (или) гидротрансформатора и блокировочного фрикциона; коробки передач и ее элементов: синхронизаторов или многодисковых фрикционов; исполнительных механизмов управления двигателем, моторным тормозом, сцеплением, коробкой передач.

УДК 629.113.01-23

О.С.РУКТЕШЕЛЬ, д-р техн. наук,  
асп. С.А.СИДОРОВ (БГПА)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕЁ НАГРУЖЕННОСТИ**

В настоящее время для удовлетворения разнообразных требований потребителей и повышения конкурентоспособности отечественных автомобилей необходимо резко сократить сроки разработки новых и модернизации серийно выпускаемых автомобилей.

Решение данной задачи невозможно без широкого применения ЭВМ и имитационного моделирования процессов, происходящих при движении автомобиля. Кроме того, моделирование режимов движения позволяет выбрать оптимальные программы форсированных испытаний как отдельных агрегатов, так и всего автомобиля в целом.

Вопросы создания математических моделей автомобиля, его узлов и агрегатов, а также моделирования движения рассмотрены достаточно широко. Однако при моделировании движения автомобиля в изменяющихся дорожных условиях в основном рассматривались либо переходные режимы, например, трогание с места, переключение передач, торможение и т.д., либо наоборот, моделировалось движение по маршруту без учета колебательных процессов, возникающих в узлах автомобиля на неустановившихся режимах. Модели, учитывающие то и другое по причине определенной сложности математического описания и реализации на ЭВМ, практически не создавались.

Нагруженность трансмиссии и отдельных её узлов и агрегатов изучена достаточно глубоко. Этим вопросам посвящены работы В.Б.Альгина [1], С.Ф.Безверного, Б.В.Гольда, И.И.Малашкова, Н.Л.Островерного [2], В.П.Тарасика, В.И.Чечика [3], В.С.Шуплякова [4], Н.Н.Яценко [5] и др.