

ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СИЛОВЫМ АГРЕГАТОМ ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ

Автоматическое управление силовым агрегатом транспортной машины с использованием современной электроники позволяет увеличить среднюю скорость ее движения, сократить расход топлива, повысить долговечность трансмиссии, снизить психофизические нагрузки водителя и требования к его профессионально-технической подготовке.

Создание системы автоматического управления (САУ) силовым агрегатом автомобиля представляет собой сложный комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, поэтапное выполнение которых производится с помощью аналитических, алгоритмических и эвристических методов.

Разработка САУ начинается с подготовки технического задания и включает в себя следующие этапы: предварительного проектирования; собственно проектирования (разработки конструкторской документации); изготовления и испытания макетного образца; производства и эксплуатации пробной партии.

Проект, реализация которого приводит к созданию САУ, наилучшей по заданному критерию, является оптимальным. Оптимальное проектирование САУ силовым агрегатом транспортной машины возможно лишь на основе системного подхода. Сущность такого подхода заключается в рассмотрении САУ как сложной иерархической системы; построении математической модели системы и исследовании ее свойств методом имитационного моделирования. Математическая модель здесь выступает основой для решения главных задач системного подхода: анализа и синтеза системы. Задачей анализа является определение численных значений критериев эффективности при фиксированных параметрах системы и характеристиках внешней среды, заданной структуре и алгоритме взаимодействия элементов системы. Задачей синтеза является выбор оптимальной структуры, алгоритмов взаимодействия и параметров системы. Модель при этом представляет не только систему в процессе проектирования, но и сам процесс проектирования истолковывается как некоторая система моделей.

Существенной особенностью проектирования САУ силовым агрегатом транспортной машины является то, что основное внимание при ее разработке должно уделяться подготовительному этапу (на него затрачивается свыше 30 % времени всего процесса разработки). Это объясняется тем, что корректировка неудачных проектных решений, принимаемых на этом этапе, требует больших материальных затрат.

Подготовительный этап оптимального проектирования САПП можно разделить на два уровня. На первом предлагается решать следующие научные задачи: выбор информационных параметров САПП, закона переключения передач и алгоритма процесса переключения. Первая задача представляет собой выбор оптимальной структуры САПП и решается с помощью структурной оптимизации, а вторая и третья — задачи выбора оптимальных характеристик и ал-

ритмов функционирования, которые решаются с помощью параметрической оптимизации.

На втором уровне рассматриваются такие научно-технические задачи, как выбор элементной базы САПП и энергоносителя исполнительных механизмов, а также разработка функциональной схемы САПП. Задачи этого уровня исследуются эвристическими методами.

При подготовке оптимизационных задач первого уровня необходимо определить критерии эффективности и управляемые параметры системы. Критерий (критерии) эффективности выбирают для количественной оценки приспособленности САПП в целом и отдельных ее подсистем к выполнению поставленных перед ними задач. Параметры системы, изменение которых значительно влияет на критерий эффективности, относим к управляемым.

САПП состоит из системы автоматического управления переключением передач (САУПП) и объекта автоматизации, включающего двигатель, сцепление и коробку передач. Информационные параметры, определяющие работу САПП, их число и взаимосвязь влияют как на эффективность использования автомобиля, так и на сложность построения, структуру и стоимость САПП. Вследствие этого синтез ее структуры является не чисто технической, а технико-экономической задачей. Эффективность принятой совокупности информационных параметров САПП, т.е. варианта ее структуры, может быть оценена приведенными народнохозяйственными затратами или эквивалентной им удельной себестоимостью использования автомобиля.

Компонентами вектора управляемых параметров в данном случае являются: положение, направление и скорость перемещения рычага регулятора угловой скорости коленчатого вала двигателя; скорость, ускорение и знак ускорения автомобиля; крутящий момент двигателя; положение органа топливоподачи (рейки топливного насоса высокого давления); знак разности текущих часовых расходов топлива на смежных передачах. Отдельные компоненты вектора управляемых параметров могут отсутствовать. Исключение составляют компоненты, характеризующие скоростной и нагрузочный режимы работы двигателя и (или) автомобиля.

Для определения закона переключения передач в качестве критерия эффективности принимается себестоимость транспортной работы, произведенной автомобилем (автопоездом). Закон переключения передач может быть представлен зависимостью пороговой скорости автомобиля, при которой должно произойти переключение на смежную передачу, от информационных параметров САПП, являющихся решением предыдущей задачи. Данная зависимость аппроксимируется полиномом [1] .

Достижение автомобилем пороговой скорости является необходимым, но недостаточным условием для формирования сигнала на переключение передачи. Данный сигнал реализуется лишь при отсутствии условий, запрещающих переключение. Например, переключение на смежную высшую передачу при достижении автомобилем пороговой скорости целесообразно производить в случае, если ускорение автомобиля положительно; угол рычага регулятора угловой скорости коленчатого вала двигателя превышает заданное значение и направление его перемещения свидетельствует о желании водителя увеличить скорость движения автомобиля.

Таким образом, при выборе оптимального закона переключения передач

в качестве компонентов вектора управляемых параметров используем коэффициенты многочлена, который аппроксимирует характеристику закона переключения передач, а также условия, запрещающие такое переключение.

Ступенчатые механические трансмиссии требуют при переключении предварительной синхронизации вводимых в зацепление элементов коробки передач. Синхронизация может осуществляться как центральным, так и индивидуальными синхронизаторами.

Эффективность выбора параметров и характеристик элементов САУПП, а также варианта алгоритма переключения передач в целом можно оценить следующими параметрами: временем разрыва потока мощности при переключении передач; удельными мощностью и работой буксования сцепления; коэффициентом динамических нагрузок; средним расходом топлива и расстоянием, которое проходит поршень двигателя за время переключения передач. Следовательно, данная задача является многокритериальной и должна решаться соответствующими методами [2, 3] .

Последовательность срабатывания исполнительных механизмов определяет алгоритм переключения передач. Задержки времени от момента подачи

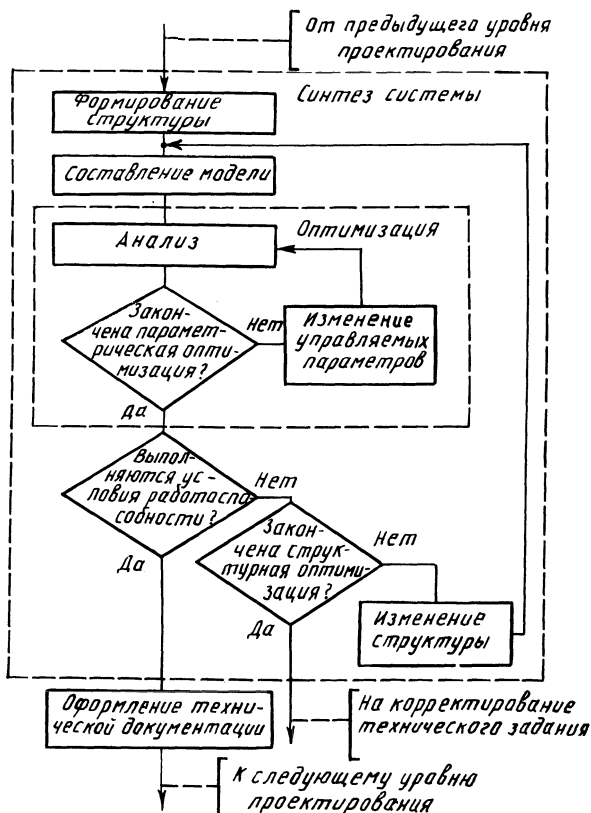


Рис. 1. Схема оптимального проектирования САУ силовым агрегатом транспортной машины на определенном иерархическом уровне.

сигнала управляющим блоком САУПП до начала срабатывания исполнительных механизмов, время их включения и выключения и характер нарастания-падения нажимного усилия оказывают влияние на протекание процесса переключения передач. Они также определяют значение критериев эффективности и являются компонентами вектора управляемых параметров.

На каждом подуровне подготовительного этапа процесс оптимального проектирования представляется как решение совокупности задач. Этот процесс иллюстрируется схемой, изображенной на рис. 1.

Разработка системы автоматического управления согласно предъявленным техническим требованиям начинается с синтеза структуры. Исходный вариант структуры генерируется, а затем оценивается с позиций удовлетворения условий работоспособности, т.е. выполнения требуемых соотношений между выходными параметрами системы и техническими требованиями. Для каждого варианта структуры составляется модель системы. Затем благодаря анализу модели, проверке условий окончания оптимизации и принятию решения по ее результатам осуществляется параметрическая оптимизация. При успешном решении задачи оптимизации и выполнении условий работоспособности переходят к завершающей процедуре — оформлению отчетности. Если после оптимизации условия работоспособности не выполняются, то приступают к генерации нового варианта структуры и его оценке, т.е. к структурной оптимизации. Если она не приводит к успеху, то ставится вопрос о пересмотре технических требований на разработку блока данного уровня, происходит возврат к предыдущему уровню проектирования.

Данная схема отражает типичную последовательность операций при проектировании подсистем САУ силовым агрегатом автомобиля. Вместе с тем при решении задачи конкретного подуровня проектирования можно встретиться с отклонениями от этой последовательности. Так, в случае оптимизации закона переключения передач структура САУПП задана и операции смены структуры и проверки окончания ее оптимизации исключают.

Учитывая итерационный характер процесса оптимального проектирования, процедуры по схеме могут выполняться многократно [4].

Таким образом, разработанная методика оптимального проектирования САУ силовым агрегатом транспортной машины на базе системного подхода сводится к анализу, параметрической и структурной оптимизации САПП и синтезу алгоритмов функционирования САУПП с использованием имитационных и оптимизационных моделей.

Для количественной оценки эффективности функционирования САПП в целом и отдельных ее подсистем предложены соответственно стоимостной и технико-экономические критерии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришкевич А.И., Руктешель О.С. Учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию по разделу "Автоматизация управления трансмиссией автомобиля". — Минск, 1981. — 37 с. 2. Соболев И.М., Статников Р.Б. Выбор оптимальных параметров в задачах со многими критериями. — М., 1981. — 110 с. 3. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения: Пер. с англ./Под ред. И.Ф.Шахова. — М., 1981. — 560 с. 4. Руктешель О.С. Задачи и организация оптимального проектирования систем автоматического переключения передач. — Рукопись деп. в БелНИИНТИ 12.08.83, № 789 Деп. — 27 с.