

УДК 621.586

## АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Доц. *Мустафаева Д.Г.*, проф. *Хасцаев Б.Д.*

Кафедра электронных приборов.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт  
(государственный технологический университет)

*Рассмотрен функциональный анализ, функциональные параметры и критерии оптимизации параметров преобразователей.*

Сложная техническая система включает собственно техническую систему, а также конструкцию изделия. Конструкция включает структуру и техническое состояние изделия. Система и конструкция представляет собой содержание одного проекта, который разрабатывается с учетом общей теории систем [1; 2].

В современных технологических системах оператор непосредственно осуществляет лишь часть управленческих функций, т.е. составление управляющей программы и контроль за ее исполнением. Причем исполнение такой программы зависит от непрерывно изменяющихся условий внешней среды, которые могут быть благоприятными или неблагоприятными.

Процесс управления представляет собой воздействие управляющего субъекта на объект управления путем реализации управленческих функций установленными методами. Режим действия технологической системы определяется алгоритмом функционирования, вырабатываемого в результате изучения технологии процесса. Алгоритмы функционирования считаются заданными; на их основе можно распределить функции управления и построить алгоритмы, определяющие управляющие воздействия на объект с учетом динамических свойств системы управления разных ограничений.

Для динамических систем, описываемых разностными и дифференциальными уравнениями, этот принцип выражается в виде количественных условий управляемости и наблюдаемости. В основе алгоритмов лежат принципы управления, определяющие характер связи с алгоритмом функционирования и возмущениями, влияющими на ход технологического процесса.

Основой исследования при анализе изделий является математическое моделирование. Назначение моделирования состоит в том, чтобы перейти от неопределенных общих положений к конкретным вопросам с помощью математического описания функциональных свойств изделий и построением математических моделей функционирования. Функциональный анализ включает:

– разработку схемы изделия, выбор показателей и ограничений, формализацию принципа работы изделия (структурную и параметрическую);

– математическое описание функционирования изделия путем вычисления с получением результата в символическом виде и в форме математического выражения уравнения связи;

– построение математической модели функционирования, которое завершается этапами оценки, обобщения, выдачи результатов проверки.

Математической моделью функционирования уточняют номинальное, предельное и допускаемое отклонения показателей изделий.

В построении математических моделей функционирования особое внимание уделяют методологии применения функционального анализа.

Преобразователи состоят из большого числа элементов. В состав функциональных элементов преобразователей входят узлы (сборочные единицы), детали. Вся совокупность функциональных элементов и наличие связи между ними образуют комплекс преобразователя (КП). В зависимости от конкретных целей в КП выделяют только те элементы и связи, которые определяют его функционирование. Глубина членения комплекса зависит от цели исследования. Анализ состава КП является необходимой предпосылкой к его математическому моделированию. При анализе состава КП применяют принцип выделения и рассмотрения структур с двухуровневой иерархией. При этом рассматриваемый КП представляет собой верхний уровень, а выделенные элементы – ~~нижний~~. Если требуется углубить анализ, то каждый из выделенных элементов нижнего уровня рассматривается как самостоятельный, который можно разделить на несколько конструктивных элементов.

Информационные комплексы изделий обладают различными функциональными свойствами. Формированию состава информационного комплекса предшествуют выбор схемы изделия, формализация материального комплекса и абстрагирование его полюсным графом. В состав информационных комплексов изделий входят два вида элементов: пассивные, накапливающие и рассеивающие энергию, а также активные в виде источников энергии. К элементам обоих видов относят: в электрических цепях – пассивные элементы (сопротивление, емкость, индуктивность), активные элементы (источники тока и напряжения); в механических комплексах – пассивные элементы (сопротивление, масса и упругость элементов комплексов с поступательным и вращательным движением), активные элементы (источники силы и скорости).

Свойства исходного материала определяются экспериментально с применением типовых методов испытаний. Свойства материала детали преобразователя отличаются от свойств исходного материала учетом влияния технологических отклонений геометрических и физических параметров, размерной деформацией детали при механическом воздействии.

Критерии разрушения устанавливают с целью предупреждения разрушения деталей преобразователей. Выделяются некоторые из критериев разрушения, наиболее применимые в функциональном анализе с целью последующей оптимизации деталей преобразователей. При выборе критериев учитывают: характер механического воздействия деталей; связи критерия с техническими характеристиками свойств исходных материалов; точность и достоверность параметров материала, включаемых в выражения критериев разрушения; возможность определения наиболее значительных напряжений, входящих в состав выражения разрушения.

Математическое моделирование точности по геометрическим свойствам с применением размерных цепей формирует правило определения совокупности соотношений между размерами с учетом существующих между ними связей.

Конструкция рассматривается как структура и состояние изделия, и определяется как класс некоторого множества изделий с одинаковыми свойствами. Под свойствами понимается объективная особенность, позволяющая более точно определить изделие при

заданной степени детализации; за их пределами изделие теряет свое функциональное назначение.

Конструкция предусматривает взаимное расположение частей и элементов, способ их соединения, взаимодействие, а также материал, из которого должны быть изготовлены отдельные элементы, предусматривает подбор конструктивных характеристик, определяющих основу конструкции. Конструкция должна отвечать своему функциональному назначению, быть конструктивной и технологичной. Конструкция предусматривает расчленение преобразователя на нормализованные и унифицированные узлы.

Из особенностей преобразователей вытекают следующие требования конструирования: оптимального механического воздействия; оптимального материала по составу и свойствам; оптимальной стабильности технического состояния; оптимальных соотношений взаимосвязанных величин, параметрических и структурных; оптимальной технологичности. Эти требования находят свое воплощение в конструкции, которой отдают предпочтение перед остальными. Ее проектируют с применением модульных концепций технологического обеспечения на основе функционально-технологического синтеза.

Свойства и состояния материалов, из которых выполнен преобразователь, являются первопричиной потери ими работоспособности, в основе которой лежат физические закономерности. Чем глубже изучены закономерности, описывающие свойства и состояния материалов, тем достовернее можно сохранить показатели работоспособности в заданных пределах. Структура материала, из которого изготовлен преобразователь, относится к внутренней структуре. В зависимости от методов описания можно получить информацию о выявленной структуре с различной степенью точности.

Модель с совмещенными параметрами наглядно проявляется в теоретической оптимизации параметров деталей, которая сводится к составлению математической модели с последующей оптимизацией функции цели.

Исходной для оптимизации переменных параметров – непрерывных  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и дискретных  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – служат три группы зависимостей математической модели оптимизации:

– функция цели  $C = f(x, y, z, a, b, c)$ ;

– математические модели функционирования

$$S_1 = f_1(x, y, z, a, b, c),$$

$$S_2 = f_2(x, y, z, a, b, c);$$

– ограничения в виде неравенств

$$x_{\min} < x \leq x_{\max}; y_{\min} \leq y; c \leq c_{\max},$$

– ограничения в виде равенств  $z = z_j; S_i = S_{imax}$ .

При выборе метода оптимизации для вычисления оптимальных значений параметров необходимо учитывать объем вычислений; сложность самого метода; размерность задачи; требования к результатам и методам оптимизации, методологии системы оптимизации.

Оптимизируемая функция цели состоит из показателей преобразователя, параметров материала и геометрических параметров. Функциональные параметры и критерии оптимизации объединяются в показатели изделия, параметры материала и геометрические параметры.

Показатели преобразователя определяются воздействием внешних факторов на детали, и могут считаться независимыми от других параметрических групп. Они состоят из показателей, независимых и связанных между собой, заданных фиксированными значениями или неравенствами ограничений. В ответственных случаях показатели перед окончательным выбором подлежат уточнению методами статического и динамического детерминизма, вероятностной прочности для оптимизации значений с учетом прогнозирования параметров преобразователя.

Параметры материала объединяются в самостоятельную параметрическую группу, независимую от других. Они изменяются дискретно в узком пределе из-за ограниченного выбора марок материала в конкретных ситуациях применения деталей.

Выбор параметров конструкционных материалов производится с учетом предполагаемых режимов и условий эксплуатации, режимов статических и динамических нагрузок, действующих на отдельные детали изделия. При выборе материала следует обращать внимание на несоответствие свойств исходного материала и материала деталей, приводящее к отклонению

одноименных параметров технических характеристик, особенно при применении материалов сложного состава [3].

При сопряжении разнородных материалов учитывают коэффициенты линейного расширения. На выбор оптимальных параметров материала могут оказывать влияние ограничения геометрических параметров. Геометрические параметры однозначно определяют геометрию детали. Показатели формируются сверху вниз по ступеням иерархии при условии, что снизу вверх поступает необходимая для этого информация. Общий показатель  $\Pi_k$  как функция составляющих  $z_i$  имеет вид:

$$\Pi_k = \varphi(z_1, z_2, \dots, z_n) (i = \overline{1, n}).$$

Функция составляющих  $z_i$  функционально связана с определяющими параметрами  $x_j$  ( $j = \overline{1, k}$ ). Поэтому  $\Pi_k = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$  и отклонения  $\Delta \Pi$ , обусловленные вариацией параметров  $\Delta x_j$ , можно представить некоторым соотношением  $\Delta \Pi_k = F(\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_k)$ .

Важным элементом в процессе оптимизации является составление перечня событий, которые выполняются при управлении и упорядочении их в логической последовательности. Применение данного подхода позволяет совершенствовать структуру и оптимизацию параметров преобразователей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Острейковский В.А.* Теория систем. М.: Высшая школа, 1997.
2. *Волкова В.Н., Денисов А.А.* Основы теории систем и системного анализа. СПб.: СПбГТУ, 1997.
3. *Мустафаев Г.А.* Основные требования при разработке и применении преобразователей в составе сложных систем управления // Автоматизация и современные технологии. 2000. №9. С.28-30.