

Optimum Angle Calculation of Amortization Support Elastic Element Inclination

An approach to the operational characteristics increase of a car strut upper support is presented. The dependence of the elastic element configuration factor upon its inclination angle for various materials and conditions of fastening of the basic surfaces, allowing simplifying calculation of the suspension elastic element has been derived.

Key words: car, calculation, suspension, support.

УДК 681.5.015

К. Б. Сентяков, кандидат технических наук, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета
И. А. Давыдов, аспирант, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета
А. Н. Шельпяков, кандидат технических наук, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета

ОПЕРАТИВНАЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Рассмотрен метод реализации параметрической идентификации объекта управления по известным состояниям при ступенчатом воздействии. Приводятся некоторые результаты вычислительных экспериментов, реализующих данный метод.

Ключевые слова: идентификация объекта управления, вычислительный эксперимент.

Современные системы автоматического управления используют самые разнообразные принципы и алгоритмы управления. Во многих промышленных автоматических устройствах реализуется ПИД-закон регулирования с широтно-импульсной модуляцией управляющего воздействия. При этом имеется возможность проведения предварительной самонастройки для каждого конкретного объекта управления, которая заключается в определении оптимальных коэффициентов П-, И- и Д-составляющих регулятора. Эта процедура по своей сути является ничем иным как параметрической идентификацией динамического объекта. По идентифицированным параметрам объекта и вычисляются коэффициенты регулятора. При такой самонастройке на объект подается ступенчатый управляющий сигнал, и по завершении довольно длительного переходного процесса система вычисляет значения коэффициентов ПИД-регулятора. В теории автоматического управления такой метод называется методом временных характеристик [1, 2] – по переходной или импульсной характеристике. Часто самонастройка проходит в повторяющемся итерационном режиме, что еще больше увеличивает ее время.

Существуют ситуации, в которых необходимо идентифицировать объект управления до завершения переходного процесса или даже на самом начальном этапе переходного процесса. В некоторых адаптивных системах управления нестационарными объектами идентификация должна повторяться периодически для оперативной коррекции параметров регулятора.

Здесь рассматривается реализация параметрической идентификации динамического объекта при воздействии ступенчатым сигналом. При этом начальные условия, то есть «положение» и «скорость»

объекта на момент подачи воздействия могут быть любыми. Также необязательно завершение переходного процесса и достижение установившегося режима.

Предполагается наличие следующей априорной информации об объекте управления. Это одномерная линейная пропорциональная система, описываемая линейным неоднородным дифференциальным уравнением второго порядка такого вида [3]:

$$T_1 T_2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + (T_1 + T_2) \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t), \quad (1)$$

где t – время; $y(t)$ – функция от времени выходного сигнала – отклик объекта; $x(t)$ – функция от времени входного воздействия на объект; k – коэффициент пропорциональности; T_1 и T_2 – постоянные времени, определяющие инерционные свойства объекта.

Начальные условия предполагаются известными:

$$\begin{cases} y(0) = y_0, \\ y'(0) = y_{01}. \end{cases} \quad (2)$$

Решение такого уравнения при известном ступенчатом входном воздействии, равном некоторой условной единице, определяется как

$$y(t) = \frac{T_1(y_0 + T_2 y_{01} - k)e^{-\frac{t}{T_1}} - T_2(y_0 + T_1 y_{01} - k)e^{-\frac{t}{T_2}}}{T_1 - T_2} + k. \quad (3)$$

Задача идентификации формализуется в задачу аппроксимации участка экспериментальной динамической кривой функцией (3) и сводится к отысканию трех неизвестных параметров:

$$\left. \begin{matrix} k \\ T_1 \\ T_2 \end{matrix} \right\} \quad (4)$$

Для решения задачи достаточно иметь три значения состояния объекта при трех соответствующих моментах времени на некотором участке экспериментальной динамической кривой:

$$\left\{ \begin{matrix} y(t_1) = y_1, \\ y(t_2) = y_2, \\ y(t_3) = y_3. \end{matrix} \right. \quad (5)$$

Для состояний (5) составляется система трех нелинейных уравнений (6), которая может быть решена относительно трех неизвестных (4):

$$\left\{ \begin{matrix} y_1 = \frac{T_1(y_0 + T_2 y_{01} - k)e^{-\frac{t_1}{T_1}} - T_2(y_0 + T_1 y_{01} - k)e^{-\frac{t_1}{T_2}}}{T_1 - T_2} + k, \\ y_2 = \frac{T_1(y_0 + T_2 y_{01} - k)e^{-\frac{t_2}{T_1}} - T_2(y_0 + T_1 y_{01} - k)e^{-\frac{t_2}{T_2}}}{T_1 - T_2} + k, \\ y_3 = \frac{T_1(y_0 + T_2 y_{01} - k)e^{-\frac{t_3}{T_1}} - T_2(y_0 + T_1 y_{01} - k)e^{-\frac{t_3}{T_2}}}{T_1 - T_2} + k. \end{matrix} \right. \quad (6)$$

Для проверки возможности реализации такого метода идентификации разработано специальное программное обеспечение, позволяющее проводить вычислительные эксперименты с виртуальным динамическим объектом. Математическая модель объекта соответствует уравнению (1), постоянные параметры которого могут задаваться пользователем. Имитация динамического процесса происходит по функции (3) при заданных пользователем начальных условиях (2).

Имитационный алгоритм работы программы включает следующие основные моменты:

1. Изначально на объект не действуют внешние возмущения.
2. Пользователь задает начальные условия (2), постоянное значение ступенчатого воздействия и параметры (4), которые программе требуется идентифицировать.
3. Пользователь определяет три момента времени динамического процесса, а программа по ним рассчитывает три состояния (5) объекта, по которым необходимо провести идентификацию.
4. Программа решает систему (6), используя численный метод Ньютона для систем нелинейных уравнений и прямой метод Гаусса – Жордона для систем линейных уравнений.
5. Для визуализации результата выводится график динамического процесса заданного объекта, отмеченные на нем три точки – состояния, по которым

проведена идентификация, и накладываемый на это график динамического процесса идентифицированного программой объекта (рис. 1 и 2).

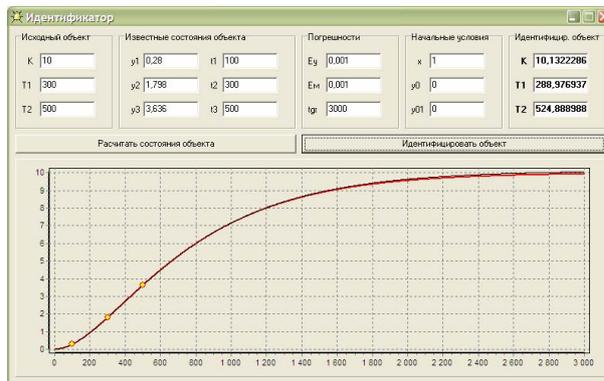


Рис. 1. Идентификация объекта при нулевых начальных условиях

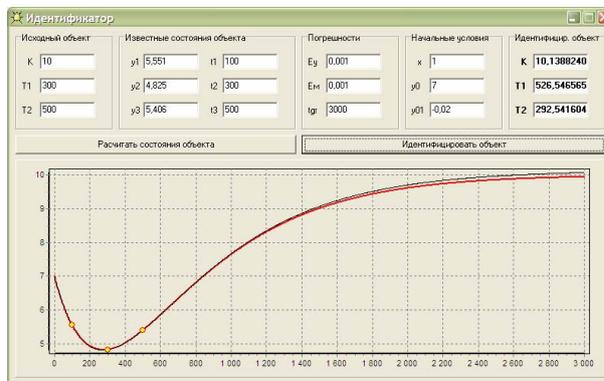


Рис. 2. Идентификация объекта при ненулевых начальных условиях

На рис. 1 и 2 представлено рабочее окно программы с результатами идентификации объекта при разных начальных условиях. В данном случае моделировался процесс идентификации довольно инерционного объекта, переходной процесс которого занимает порядка 3000 сек (50 мин). Объект был идентифицирован на 500-й сек без полной переходной характеристики на начальном этапе динамического разгона. Ошибка в определении параметров (4) составила 1–5 %. Очевидно, что чем дальше по времени три идентифицирующих состояния находятся друг от друга и чем ближе последнее из них к установившемуся состоянию, тем ошибка будет меньше. Вопрос оптимального выбора идентифицирующих состояний требует дополнительного исследования. Предварительно можно рекомендовать выбирать первое из них не ранее точки максимальной кривизны, а последнее – не ранее точки перегиба графика переходной характеристики.

Таким образом, представленный метод может с достаточной точностью применяться для оперативной идентификации динамического объекта в системах автоматического управления с самонастройкой параметров регулятора.

Список литературы

1. Справочник по теории автоматического управления / под ред. А. А. Красовского. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 172 с.
2. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя ; пер. с англ. / под ред. Я. З. Цыпкина. – М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. – 432 с.

3. Макаров И. М., Менский Б. М. Линейные автоматические системы (элементы теории, методы расчета и справочный материал). – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1982. – 504 с. : ил.

K. B. Sentyakov, Candidate of Technical Sciences, Votkinsk Branch of Izhevsk State Technical University
I. A. Davydov, Postgraduate Student, Votkinsk Branch of Izhevsk State Technical University
A. N. Shelpyakov, Candidate of Technical Sciences, Votkinsk Branch of Izhevsk State Technical University

Operative Parametrical Identification of a Dynamic Object

A method of realization of controlled member parametrical identification under step input is considered. The results of the computational experiments using the given method are presented.

Key words: identification of controlled member, computational experiment.

УДК 621.002.5

К. П. Ширококов, кандидат технических наук, доцент, Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОТУ УСТРОЙСТВА ВОЛОКНООБРАЗОВАНИЯ

Работа посвящена экспериментальному исследованию характеристик волокнообразующего устройства, оценке влияния конструктивных и режимных факторов на его работу. Приводится конструкция волокнообразующего устройства и результаты исследований.

Ключевые слова: устройство, характеристика, воздушный поток, волокно.

Развитие различных отраслей промышленности связано с созданием и использованием новых видов волокон и волокнистых материалов. Без таких материалов невозможно было бы создание новых композиционных материалов, обладающих высокой прочностью и термостойкостью при малой плотности, которые применяются в ракетной и космической технике, в автотранспорте и судостроении [1]. Сегодня актуальной задачей является разработка технологий и создание высокопроизводительного оборудования для производства волокнистых материалов высокого качества.

Известный традиционный технологический процесс получения волокнистых изделий из термопластичного сырья заключается в экструзии расплава полимера через тонкие отверстия фильеры в шахту, где происходит вытягивание струи до заданного диаметра и охлаждение ее до температуры, отвечающей твердообразному состоянию нити. Отвержденная нить наматывается на приемное приспособление и подвергается растяжению и гофрировке. На следующем этапе технологического процесса происходит резка жгута на элементарные штапельные волокна [2]. Традиционная технология получения штапельных волокон – достаточно сложное и энергоемкое производство, предполагающее использование

дорогостоящего технологического оборудования на всех стадиях получения готового волокна.

Актуальной задачей технологии получения волокнистых материалов из термопластичного сырья с производственной точки зрения является создание линии, объединяющей технологические операции формования и вытягивания элементарных нитей, позволяющей сократить число трудоемких технологических операций и переходов при переработке волокон, обеспечивая при этом требуемые физико-механические свойства получаемых изделий. Это обстоятельство является основным направлением повышения технико-экономической эффективности технологического процесса получения волокнистых материалов из термопластичных материалов.

Целью исследований являлось определение характеристик волокнообразующего устройства, оценка влияния различных конструктивных и режимных факторов на его работу, позволяющих проводить процесс вытяжки элементарных штапельных волокон в едином технологическом цикле.

Практический интерес представляет способ вертикального раздува струи расплавленного материала воздушным потоком, организованно направленным волокнообразующим устройством. Предлагаемый способ принципиально отличается от традиционных