

Следующим этапом разработки алгоритма построения поверочных систем на основе принципа многокритериальности, который может быть положен в основу методики построения поверочных систем, является разработка отдельных методик расчета их параметров.

УДК 53.083 (430.1)

Е.Я. Строк, Л.Д. Бельчик, Д.Е. Строк, Т.Л. Александрова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПУТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Институт механики и надёжности машин НАН Беларуси
Минск, Беларусь*

Необходимость повышения технического уровня и надежности мобильных машин требует использования принципиально новых подходов к разработке систем управления рабочими процессами. Поэтому при проектировании и отработке опытных образцов систем управления, представляющих собой сложные и дорогостоящие технические объекты, целесообразно применять компьютерное моделирование для проведения исследований [1].

Существенное влияние на качество управления электрогидравлических систем оказывают динамические погрешности, возникающие при измерении параметров регулируемых процессов. Аккумуляция механической, тепловой или электрической энергии в элементах измерительного устройства делает его инерционным. Указанные погрешности проявляются в том, что выходной сигнал измерительного устройства недостаточно быстро отслеживает действительные изменения параметра во времени [2].

Передаточные свойства измерительных устройств определяются либо на основе экспериментальных данных, либо аналитическим путем при принятии упрощающих допущений. В последнем случае выполняется описание устройств дифференциальными уравнениями первого и второго порядков.

Электрогидравлическая система стабилизации давления рабочей жидкости в гидронавесной системе трактора содержит насос постоянной производительности, электрогидравлический регулятор, гидроаккумулятор и датчик давления, гидравлически связанные с силовым гидроцилиндром навесного устройства, а также микропроцессорный контроллер. Входной величиной для датчика давления является изменение воздушного зазора между упругой мембраной и сердечником индуктивного преобразователя, а выходной – электрический сигнал вторичного преобразователя, поступающий в микропроцессорный контроллер для обработки в соответствии с заданным алгоритмом управления.

Задача стабилизации давления рабочей жидкости может быть также решена путем прямого измерения перемещения поршня пружинного гидроаккумулятора посредством индуктивного преобразователя. В этом случае передаточные свойства гидроаккумулятора оказывают влияние на величину динамической погрешности измерительной цепи.

Для определения динамических свойств системы стабилизации давления и сравнения вышеуказанных конструктивных исполнений измерительных цепей по динамическому критерию разработана математическая модель функционирования объекта с

последующей реализацией в среде программирования C++.

Математическое описание предполагает представление объекта в виде суммы конструктивных элементов, а также выбор параметров установившегося режима, действующих возмущений и неизвестных переменных, подлежащих определению; составление дифференциальных уравнений, описывающих несвободное движение элементов определенной массы под действием внешних факторов (давление рабочей жидкости, управляющее воздействие электромагнитов), алгебраических уравнений движения потоков рабочей жидкости, а также нарастания токов с учетом индукции в обмотках электромагнитов и запаздывания в измерительном контуре; составление уравнений связи между неизвестными величинами (уравнения сохранения энергии, неразрывности потока и др.); выбор начальных условий, определяющих положение или состояние системы непосредственно перед началом возмущения; линеаризация дифференциальных и алгебраических уравнений с целью их совместного численного решения; анализ влияния различных параметров на динамические свойства системы (влияние массы, различных упругостей, коэффициентов усиления, демпфирования и других факторов на показатели качества переходных процессов); определение динамических параметров электрогидравлической системы по выбранному критерию.

Мембранный датчик давления при математическом описании электрогидравлической системы стабилизации давления представлен дифференциальным уравнением первого порядка

$$\lambda_{\partial} \frac{dx_{\partial}}{dt} + c_{\partial} x_{\partial} = p f_{\partial} ,$$

где λ_{∂} – коэффициент демпфирования, p – измеряемое давление, c_{∂} и f_{∂} – жесткость и эффективная площадь упругой мембраны, x_{∂} – выходной сигнал.

Численное решение этого уравнения определяется следующим выражением

$$x_{\partial} = \frac{\left(p f_{\partial} + \frac{\lambda_{\partial} x_{\partial 0}}{\Delta t} \right) \frac{1}{c_{\partial}}}{\frac{T}{\Delta t} + 1} ,$$

где $T = \lambda_{\partial} / c_{\partial}$ – постоянная времени, Δt – шаг квантования времени, $x_{\partial 0}$ – значение переменной величины на предыдущем шаге квантования времени.

При измерении давления по перемещению поршня гидроаккумулятора измерительная цепь описывается дифференциальным уравнением второго порядка

$$m \frac{dx_n^2}{dt^2} + \lambda_n \frac{dx_n}{dt} + c_n x_n + |F_{mp}| \operatorname{sgn} \frac{dx_n}{dt} = p f_n ,$$

где m и f_n – масса и площадь поршня гидроаккумулятора, λ_n – коэффициент демпфирования, c_n – жесткость пружины, F_{mp} – сила трения, x_n – выходной сигнал.

Численное решение этого уравнения определяется следующим образом

$$\frac{dx_n}{dt} = \frac{dx_{n0}}{dt} + \frac{\Delta t}{m} \left(p f_n - \lambda_n \frac{dx_{n0}}{dt} - c_n x_n - |F_{mp}| \operatorname{sgn} \frac{dx_{n0}}{dt} \right) ,$$

$$x_n = x_{n0} + \frac{dx_n}{dt} \Delta t .$$

Динамическая погрешность определяется как разность между входной и выходной величинами в данный момент времени. Для рассматриваемых измерительных цепей имеет место выражение

$$\varepsilon = \bar{p} - \bar{x} .$$

Компьютерное моделирование позволяет проводить исследования динамических процессов с возможностью оперативного ввода исходных данных, а также наглядного

отображения полученных результатов в виде вектора состояния параметров и соответствующих графиков.

Приведенный метод определения динамической погрешности путем компьютерного моделирования позволяет наглядно оценить передаточные свойства измерительных цепей и их влияние на функционирование систем управления.

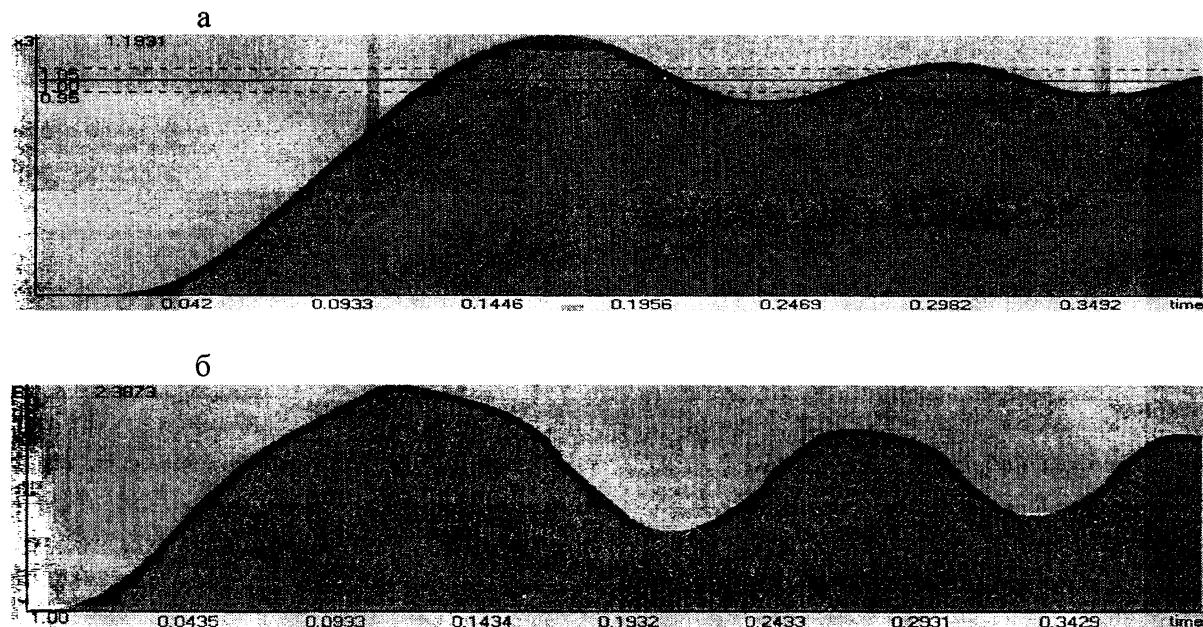


Рис. 1 Динамические характеристики измерительного устройства:
а – переходной процесс при единичном входном сигнале;
б – динамическая погрешность

Литература. 1. Тарасик В.П. Математическое моделирование технических систем.: – Мн.: ДизайнПРО, 1997. – 640с. 2. Измерения в промышленности. Справ. изд. Под ред. П.Профоса. пер. с нем.: - М. : Металлургия, 1980. – 648 с.

УДК 539.3

А. Н. Панов

СИСТЕМНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА, НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ МАШИН

*Институт надежности и механики машин НАН Беларуси
Минск, Беларусь*

Целью работы является анализ главных факторов влияния на качество и синтез подхода к системе планирование качества, надежности и безопасности машин и технических систем исходя из новых условий.

В настоящее время существенными (определяющими) факторами, определяющими проблему качества, надежности и безопасности машин являются:

- законодательные ограничения [1], изложенные в виде нормативных документов (стандартов и т.п.);