

ВЛИЯНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА НА ИДЕНТИФИКАЦИЮ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ

При проектировании регуляторов для промышленных устройств необходимо учитывать характеристики приводов. Среди исполнительных механизмов наибольшими нелинейными свойствами обладают исполнительные механизмы (ИМ) перемещения регулирующего органа с помощью электродвигателя. Чаще всего схема управления такими механизмами представляет собой силовую схему включения двигателя в прямую и обратную сторону.

Динамические характеристики таких элементов автоматики достаточно сложны. Помимо того, что включение двигателя приводит к равномерному перемещению штока регулирующего органа, может существенно проявляться процесс набора двигателем номинальной частоты, а также нелинейные свойства, механики и редуктора, через которые связывают двигатель и регулирующий орган. Помимо этого, следует учитывать, что схема формирования времени вращения двигателя в прямом и обратном направлении должна содержать трехпозиционный нелинейный элемент для обеспечения устойчивости и надежности работы (рисунок 1), где σ – сигнал управления; z – сигнал в схему управления двигателем; μ – сигнал управления штоком; Δ , B – параметры настройки нелинейности.

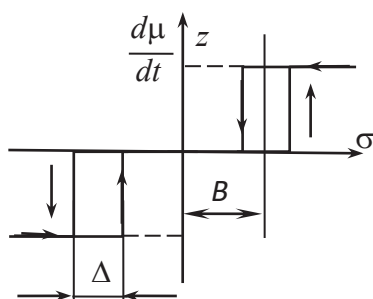


Рисунок 1 – Трехпозиционный нелинейный элемент управления механизмом постоянной скорости

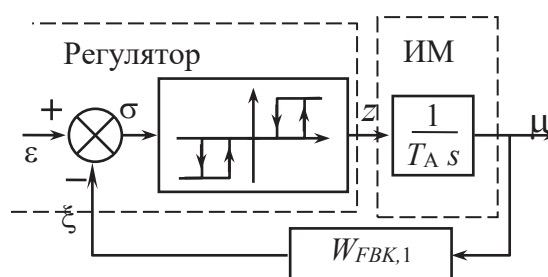


Рисунок 2 – Схема управления МПС с датчиком положения

Так как регулирующий орган перемещается практически с неизменной скоростью в большинстве случаев, то их часто называют механизмом постоянной скорости МПС, иногда – актуаторами. Можно встретить разные схемы управления МПС, но в последнее время производители используют схему с датчиком положения, структурная схема которой представлена на рисунке 2. На схеме динамика ИМ представлена без учета прерываний включения и выключения двигателя и нелинейных особенностей механической части. По экономическим соображениям находит применение и схема управления без датчика положения. На структурной схеме представлен вариант, что нелинейный элемент формируется в управляющей системе, однако сейчас можно встретить вариант, когда вся структура рисунка 2 формируется микропроцессорной системой исполнительного механизма.

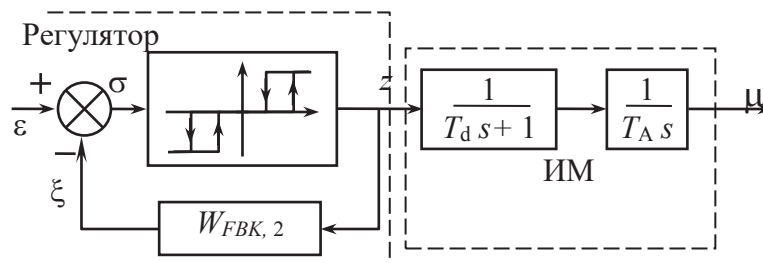


Рисунок 3 – Схема управления МПС с датчиком положения

При построении системы управления с ИМ данного типа приходится решать две задачи: 1) как обеспечить качество управления при наличии у актуаторов нелинейных свойств; 2) сформировать регулятор в устройстве управления, который по итогу обеспечит работу систем замкнутого или разомкнутого управления как можно ближе к идеальной. Вторая задача решается проще всего для структуры на рисунке 2. В этом случае использование классических форм ПИД-регуляторов успешно решает задачи построения эффективной системы управления. Передаточная функция $W_{FBK,1}$ с учетом современных датчиков положения может представлять просто единичным коэффициентом положения. Намного сложнее, обеспечение близкой к идеальному ПИД-регулятору, характеристики для структурной схемы на рис. 3. В описаниях оборудования и литературы можно встретить различные варианты $W_{FBK,2}$: специально сформированная передаточная функция виде фильтра высокой частоты; интегратор и т.д., что следует учитывать при построении структур управления данного типа. Следует добавить, что структуру на рис. 3 можно встретить в системах мехатроники, где можно встретить множество решений, которые строятся на своих решениях без применения универсальных регуляторов.

В рамках решения первой задачи была проведен анализ влияния нелинейных свойств ИМ на процесс идентификации свойств объектов управления. Рассматривал задача вопросов идентификации в рамках разомкнутой системы управления в первую очередь для структуры на рисунке 2. Однако переходная характеристика будет практически идентична и проблема одинаково актуальна. В качестве объекта управления взята структура второго порядка (рисунок 4), в рамках которой варьировались параметры T_1 и T_2 от 1 до 480 сек.

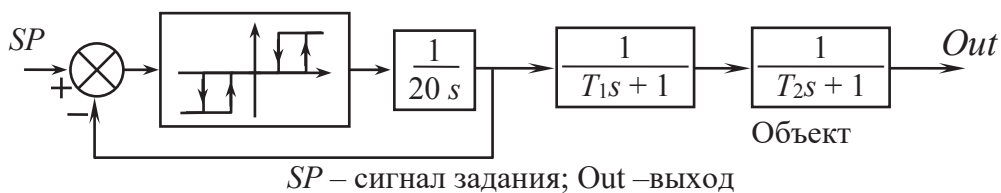


Рисунок 4 – Структурная схема идентификации.

Поскольку структура нелинейная, то идентификация проводилась также при различных значения SP и фиксированных значения трехпозиционного элемента ($\Delta = 0,005$; $B = 0,0175$).

Переходная характеристика аппроксимировалась передаточной характеристикой при различных значениях n

$$W(s) = \frac{k}{(T_{10}s + 1)(T_{20}s + 1)^n}$$

Отличия между значениями исходных значений $[T_1 \ T_2]$ и $[T_1 \ T_{20}]$ могли достигать в несколько раз и очень зависят от сигнала SP . Оптимальное значение n тоже зависело от сигнала задания и соотношения динамики исполнительного механизма и динамики объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олиферович Н.М., Гринюк Д.А., Оробей И.О. Гармоническая идентификация технологических объектов в реальном времени. // Труды БГТУ. 2016. № 6: Физ.-мат. науки и информатика. Вып. XIX – С. 117–121.
2. Oliferovich N., Hryniuk D., Orobei I. Harmonic identification of technological objects in real time// 2016 Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream 2016), Vilnius, Lithuania, 21 April 2015 pp. 1–4.
3. Гринюк Д.А., Олиферович Н.М, Сухорукова И.Г., Оробей И.О. Моделирование и настройка систем с нелинейной динамикой // Труды БГТУ. Сер. 3, Физико-математические науки и информатика. 2021. № 2 (248). С. 65–71.