

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ДЕМПФИРОВАНИЕ УПРУГИХ КОЛЕБАНИЙ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Введение. Условия эксплуатации электроприводов предъявляет ряд требований к переходным процессам по колебательности, времени регулирования, перерегулированию и т.д. В связи с этим возникла проблема демпфирования упругих колебаний, путем изменения параметров системы и подбора соответствующих регуляторов. Выявление наиболее рациональных методов достижения минимума колебательности даст возможность с минимальными затратами улучшить качество переходных процессов и тем самым продлит срок службы приводов.

Постановка задач исследования. Целью исследований является анализ влияния параметров САУ с последовательной коррекцией на демпфирование упругих колебаний в электроприводе.

Материалы исследования. Исследование будем проводить электропривода, с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Структурная схема для общепринятых обозначений приведена на рис.1.

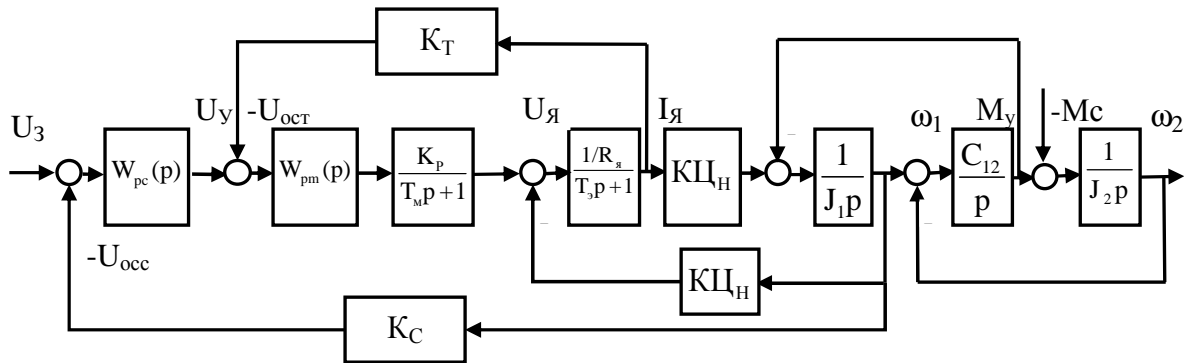
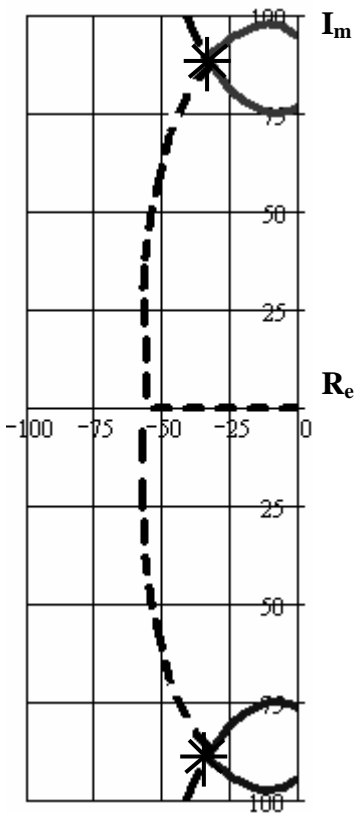


Рис.1. Структурная схема электропривода постоянного тока с учетом упругих сил



— Механическая подсистема
 - - - Электрическая подсистема
 Рис.2. Траектория корней на комплексной плоскости

На основании структурной схемы, исследование динамики процессов производим по передаточной функции по управляющему и возмущающему воздействию.

Передаточная функция по управляющему воздействию имеет следующий вид:

$$W(p) = \frac{D(p)}{Q(p)} = \frac{1/K_c}{\frac{T_c T_T}{\Omega_{12}^2} p^4 + \frac{T_c}{\Omega_{12}^2} p^3 + \frac{\gamma + T_c T_T \Omega_{12}^2}{\Omega_{12}^2} p^2 + T_c p + 1} \quad (1)$$

где γ - коэффициент распределения инерционных масс;
 Ω_{12} - частота свободных колебаний;
 T_c - некомпенсируемая постоянная времени контура регулирования скорости;

T_T - некомпенсируемая постоянная времени контура регулирования тока;
 K_c - коэффициент обратной связи по скорости.

Демпфирующие свойства электропривода определяется знаменателем передаточной функции – характеристическим уравнением:

$$Q(p) = \frac{T_c T_T}{\Omega_{12}^2} p^4 + \frac{T_c}{\Omega_{12}^2} p^3 + \frac{\gamma + T_c T_T \Omega_{12}^2}{\Omega_{12}^2} p^2 + T_c p + 1 \quad (2)$$

Из характеристического уравнения следует, что характер переходных процессов определяется параметрами:

$\gamma, \Omega_{12}, T_c, T_T$.
 Произвольный выбор параметров и их соотношений нерационален т.к. физическое содержание процессов демпфирования установить в общем виде невозможно. Поэтому воспользуемся методом корневого годографа для предварительного определения демпфирующих свойств электропривода. В качестве вариационных параметров возьмем пару: T_c и T_T , при неизменных $\gamma=1,5; \Omega_{12}=94,25c^{-1}$.

На рис.2. показана траектория корней на комплексной плоскости.

Оптимальное распределение корней будет такое, когда время регулирования или длительность переходных процессов t_p и коэффициент демпфирования ξ в электроприводе будет одинаковым как в электрической так и в механической подсистемах. На рис.2. * показано оптимальное распределение корней, когда они являются комплексно-сопряженными кратными. Физически это означает, что энергия упругих механических колебаний выводится из механической части и синхронно рассеивается или возвращается в сеть электрической частью.

Из анализа траектории получаем следующие соотношения параметров: $T_c=3T_\mu$, $T_T=1,5T_\mu$.

Типовыми настройками регуляторов являются: $T_c=4T_\mu$, $T_T=2T_\mu$.

Проверку типовых и оптимальных значений параметров исследуемых переходных процессов по затухающим колебаниям произведем на математической модели в среде пакета Matlab Simulink.

На осциллограммах машинного расчета приведем основные движущие координаты электропривода: скорости двигателя и механизма, момента двигателя и упругих сил.

Для типовых параметров, $T_c=4T_\mu$, $T_T=2T_\mu$, осциллограммы приведены на рис.3-4.

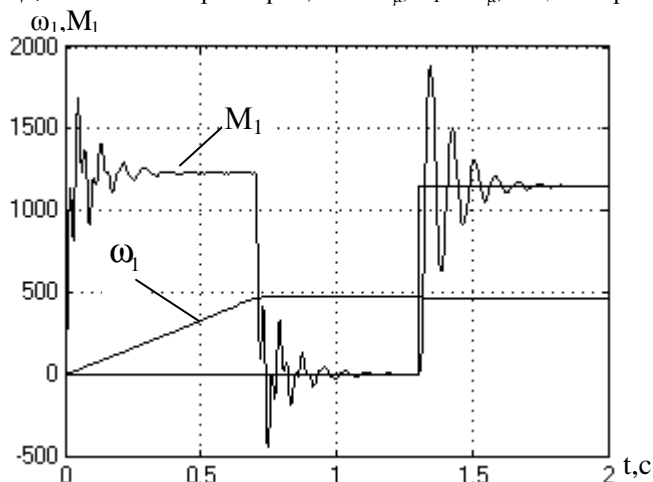


Рис.3. Графики изменения скорости и момента на валу двигателя

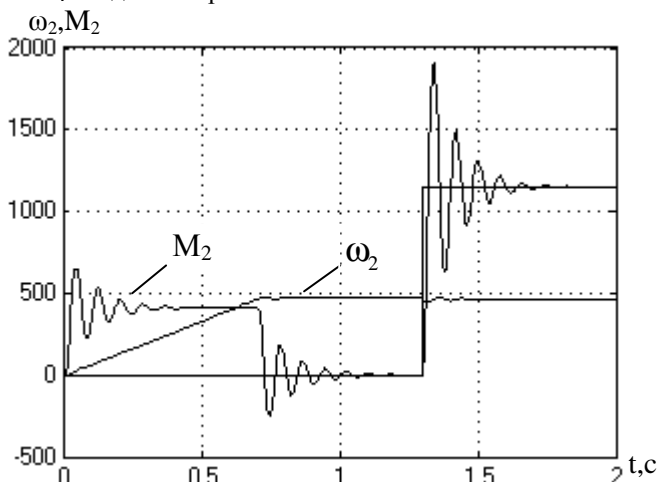


Рис.4. Графики изменения скорости и момента механизма

Из графиков следует, что переходные процессы не удовлетворяют требованиям технологического процесса.

Для параметров полученных в результате исследований, $T_c=3T_\mu$, $T_T=1,5T_\mu$ осциллограммы переходных процессов приведены на рис.5-6.

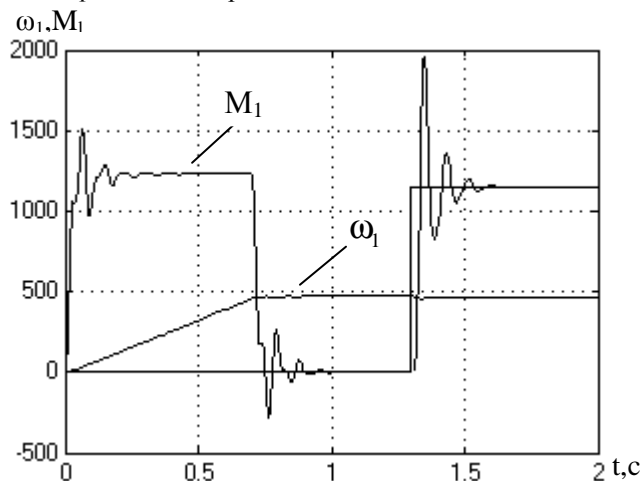


Рис.4. Графики изменения скорости и момента на валу двигателя

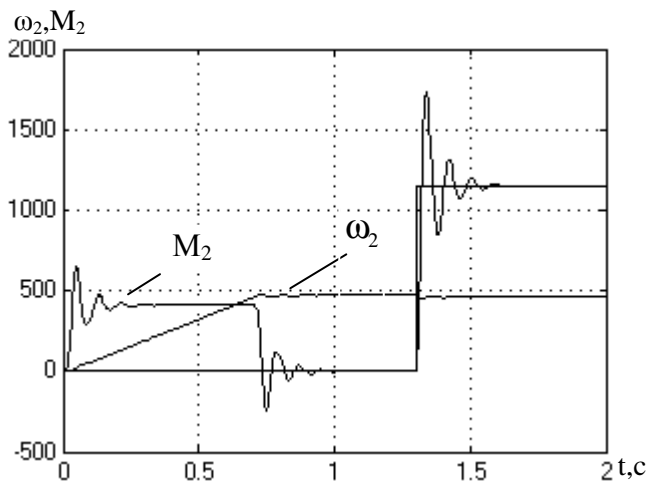


Рис.5. Графики изменения скорости и момента механизма

Графики на рисунках 5-6 показывают, что при выбранных параметрах $T_c=3T_\mu$, $T_T=1,5T_\mu$ достигается предельное значение демпфирования.

Выводы. Данный метод позволяет оптимизировать систему и может быть использован для практических целей. Демпфирование колебаний в электроприводе наиболее легко осуществлять с экономической и технической точки зрения, путем изменения параметров электрической части ЭП, а именно путем подбора регуляторов.

Литература.

1. Ключев В.И. Ограничение динамических нагрузок электропривода. – М.: Энергия, 1971. – 320 с.
2. Иванченко Ф.К. Механика привода технологических машин. – Киев: Выща школа, 1986. – 152 с.
3. Задорожний Н.А. Элементы теории электромеханического взаимодействия в двухмассовых системах электропривода с упругими механическими связями: Учебное пособие по дисциплине "ЭСА" дневной формы обучения. – Часть 1. – Краматорск: ДГМА, 2006. – 72 с.