

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 [1,2]. 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 на электроприводе с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Структурная схема для общепринятых обозначений приведена на рис.1.

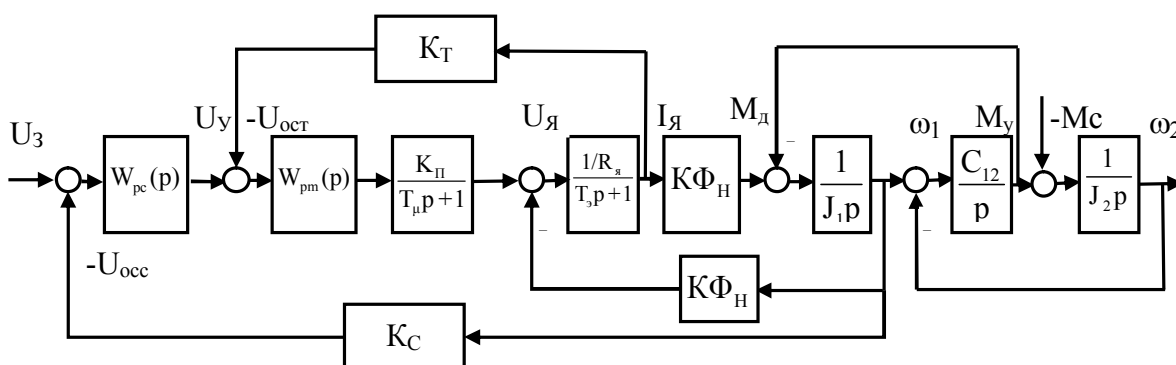
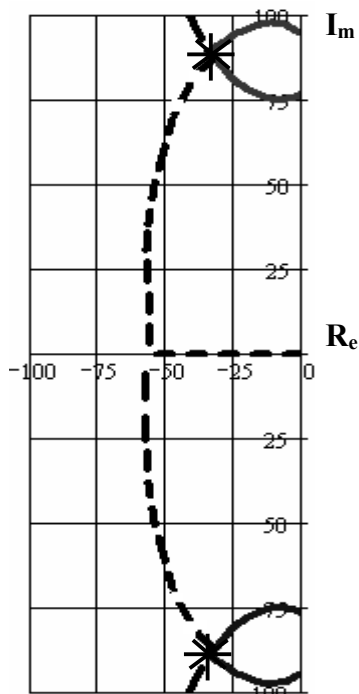


Рис.1. Структурная схема электропривода постоянного тока с учетом упругих сил



— механическая подсистема
- - - электрическая подсистема
Рис.2. Траектория корней на комплексной плоскости

На рис.2 показана траектория корней характеристического уравнения (2) на комплексной плоскости.

Передаточная функция замкнутой системы по задающему 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 определяются характеристическим уравнением:

$$Q(p) = \frac{T_c T_T}{\Omega_{12}^2} p^4 + \frac{T_c}{\Omega_{12}^2} p^3 + \frac{\gamma + T_c T_T \Omega_{12}^2}{\Omega_{12}^2} p^2 + T_c p + 1 = 0. \quad (2)$$

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 варьируемых параметров возьмем пару T_c и T_T при неизменных $\gamma=1,5; \Omega_{12}=94,25c^{-1}$.

Оптимальным будем считать такое распределение корней, при котором время регулирования t_p и коэффициент демпфирования ξ в электроприводе будут одинаковыми как в электрической, так и в механической подсистемах. На рис.2. символом * показано такое оптимальное распределение корней. Они оказались 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 корневого годографа получаем следующие соотношения параметров: $T_c=3T_\mu$, $T_T=1,5T_\mu$, в то время как типовыми настройками регуляторов скорости и тока являются: $T_c=4T_\mu$, $T_T=2T_\mu$.

Оценку эффективности типовых и оптимальных значений параметров регуляторов выполним на основании анализа затухания переходных процессов, полученных на математической модели системы электропривода в среде пакета Matlab Simulink.

На осциллограммах машинного расчета приведены основные 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.

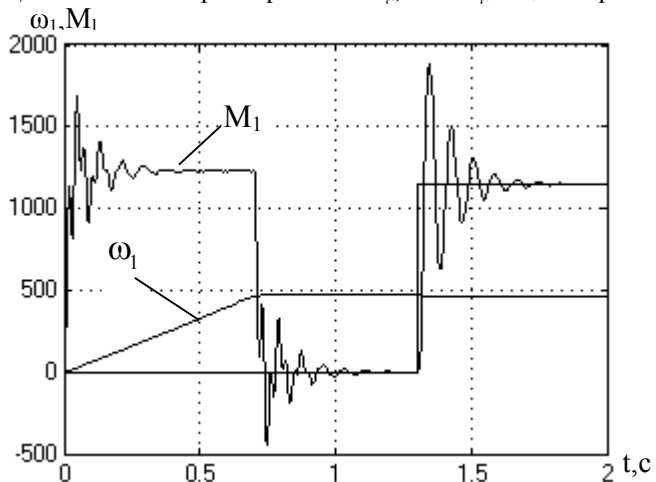


Рис.3. Графики изменения скорости и момента на валу двигателя

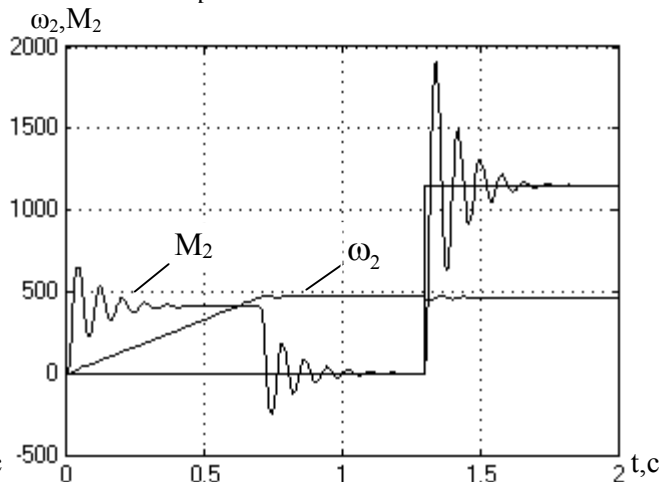


Рис.4. Графики изменения скорости и момента механизма

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.

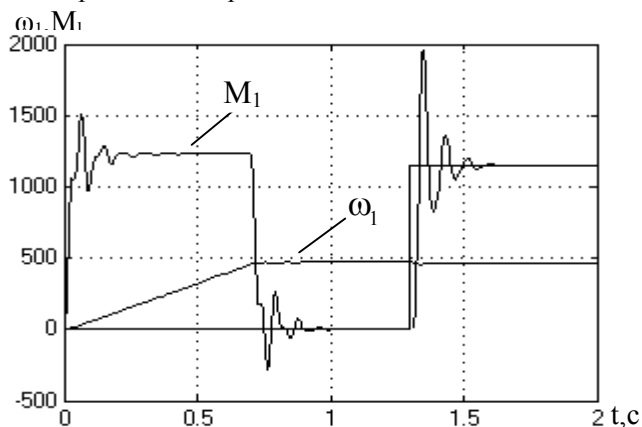


Рис.5. Графики изменения скорости и момента на валу двигателя

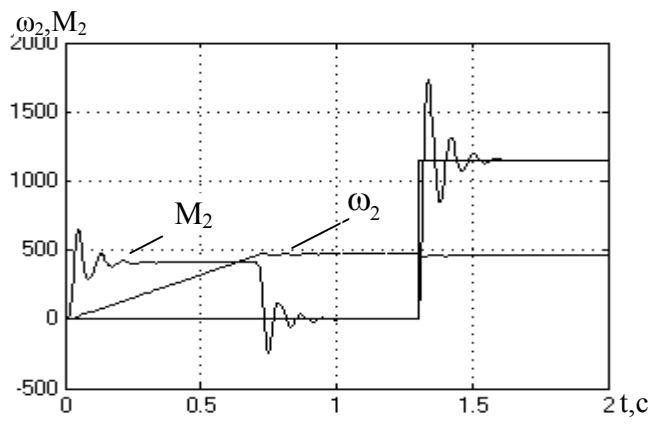


Рис.6. Графики изменения скорости и момента механизма

Графики на рисунках 5-6 показывают, что выбор параметров настройки обеспечивает существенное снижение колебательности системы $T_c=3T_\mu$, $T_T=1,5T_\mu$.

Выводы. Предложенный метод определения параметров настройки регуляторов системы подчиненного регулирования с последовательной коррекцией позволяет существенно повысить демпфирующие свойства электропривода с упругими механическими передачами.

Литература.

1. Ключев В.И. Ограничение динамических нагрузок электропривода. – М.: Энергия, 1971. – 320 с.
2. 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.