

РОБАСТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТРЕХМАССОВОЙ ОБМОТОЧНОЙ МАШИНОЙ

Постановка проблемы, связь с научными и практическими задачами. Обмоточная машина как объект управления натяжением обмоточной ленты и скоростью вращения приводного механизма является нестационарным объектом, параметры которого изменяются в широких пределах в процессе работы. Наиболее существенное изменение параметров обмоточной машины происходит по мере выработки обмоточной ленты с кружка в процессе обмотки кабелей.

Анализ последних достижений и публикаций по данной проблеме. Применение оптимальных по квадратичным критериям качества регуляторов для регулирования скорости вращения приводного механизма и натяжения обмоточных лент обмоточных машин позволяет получать высокие показатели качества процесса регулирования для достаточно сложных моделей обмоточных машин как объектов управления [1 - 3]. При изменении параметров a , возможно, и структуры математической модели объекта управления естественно изменяются параметры и структура оптимального регулятора и оптимального наблюдателя. Для упрощения технической реализации такой системы управления целесообразно параметры оптимального регулятора и оптимального наблюдателя не менять, а настроить их на один наиболее характерный режим работы системы.

Цель статьи. Целью данной статьи является построение цифровой системы управления скоростью вращения приводного механизма и натяжения обмоточных лент, нечувствительных к изменению параметров модели обмоточной машины как объекта управления с помощью цифровых робастных регуляторов.

Основное содержание и результаты работы. Рассмотрим математическую модель обмоточной машины как трехмассовую электромеханическую систему [1]. Введем вектор состояния $\bar{X}(t)$ этой системы в следующем виде:

$$\bar{X}(t) = \{V_a(t), F_{y1}(t), V_p(t), F_{y2}(t), V_I(t), V_T(t), F_T(t), V(t), S(t)\}$$

и вектор управления

$$\bar{U}(t) = \{F_a(t), U_T(t)\}^T.$$

Тогда матрица состояния примет следующий вид:

$$A = \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|c|c|} \hline -\frac{\beta_1}{m_d} & -\frac{1}{m_d} & \frac{\beta_1}{m_d} & & & & & & & \\ \hline c_1 & & -c_1 & & & & & & & \\ \hline \frac{\beta_1}{m_p} & \frac{1}{m_p} & -\beta_1 - \beta_2 & -\frac{1}{m_p} & \frac{\beta_2}{m_p} & & & & & \\ \hline & & c_2 & & -c_2 & & & & & \\ \hline & & \frac{\beta_2 R_{II}^2}{I_{II}} & \frac{R_{II}^2}{I_{II}} & a_{55} & & & & & -\frac{\lambda_{II}^2}{I_{II}} \\ \hline & & & & & -k_5 & -k_6 & & & \\ \hline & & & & & 1 & & & & \\ \hline & & & & & & -\frac{R^2}{I} & -\frac{\beta}{I} & \frac{r^2}{I} & \\ \hline & & & & & c_s & & -c_s & & \\ \hline \end{array}.$$

В этих уравнениях $a_{55} = -\left(\frac{\beta_2 R_{II}^2}{I_{II}} - \frac{\beta_{II}}{I_{II}}\right)$ m_d, m_p – массы движущихся частей двигателя и редуктора; C_1, C_2 –

коэффициенты жесткости валов, соединяющих двигатель с редуктором (быстроходного вала) и редуктор с приводным механизмом (тихоходный вал); β_1, β_2 – коэффициенты внутреннего вязкого трения этих валов; F_y, F_{y2} – силы упругости, передаваемые быстроходным и тихоходным валами соответственно; V_d, V_p – скорости двигателя и редуктора. По полученной непрерывной системе построим дискретную систему и для нее синтезируем робастное управление.

Метод решения. В настоящее время наиболее широкое распространение получило решение задачи цифрового робастного управления во временной области. Рассмотрим решение задачи во временной области. Запишем для исходной дискретной системы разностное уравнение состояния, вектор контролируемых параметров $\bar{z}(k)$ и вектор измеряемых переменных $\bar{y}(k)$ в стандартной форме, принятой в H^∞ теории. Для нахождения цифрового робастного регулятора необходимо решить уравнение Риккати по управлению и по фильтрации.

Рассмотрим построение робастной системы управления для работы во всем диапазоне изменения радиусов размотки кружка с лентой без прямого измерения радиуса схода ленты.

Введем вектор внешних воздействий $\bar{w}(k)$, компонентами которого являются задающее воздействие скорости вращения приводного механизма и натяжения обмоточной ленты, а также помехи ошибок измерения скорости вращения приводного механизма, натяжения обмоточной ленты, а также фиктивные ошибки измерения вспомогательных переменных системы, на которых реализуются цифровые интеграторы. Введем вектор измеряемых переменных $\bar{y}(k)$, компонентами которого являются ошибки регулирования скорости вращения приводного двигателя и натяжения обмоточной ленты, и вспомогательные переменные, на которых реализуются цифровые регуляторы. В вектор контролируемых переменных $\bar{z}(k)$ включим ошибки регулирования скорости вращения приводного механизма и натяжения обмоточной ленты, вспомогательные переменные, на которых реализуются цифровые интеграторы, а также управляющее воздействие.

Для получения приемлемых показателей качества синтезируемой системы в вектор контролируемых переменных $\bar{z}(t)$ включим ошибку системы, переменные состояния системы, которые нужно ограничивать, а также компоненты вектора управления $\bar{u}(t)$. Причем, роль весовых матриц в критерии качества выполняют матрицы C_1 , D_{11} и D_{12} , с помощью которых формируется вектор контролируемых переменных $\bar{z}(t)$.

Результаты моделирования. Как показали исследования, переходные процессы в синтезированной таким образом системе практически не зависят от радиуса размотки и совпадают с переходными процессами, соответствующими среднему радиусу размотки. В качестве примера на рис.1 показан переходный процесс скорости вращения двигателя V_d в робастной системе управления обмоточной машиной ИЖ – 32 как трехмассовой электромеханической системы.

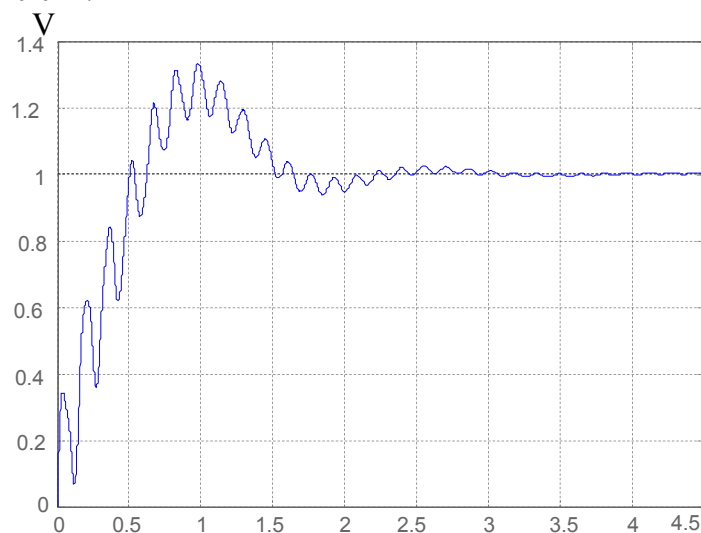


Рис. 1. Переходный процесс скорости приводного двигателя по заданию на регулятор скорости в робастной системе

Выводы из проведенного исследования, перспективы этого направления. Таким образом, в данной работе для стабилизации динамических характеристик цифровой системы управления обмоточной машиной при выработке кружка с лентой в ходе обмотки предложено использовать робастный регулятор. При этом робастное управление представляет собой управление по полному вектору состояния системы. Для определения коэффициентов усиления обратных связей по векторам состояния наблюдателя и коэффициентов усиления наблюдателя необходимо решить две системы уравнений типа Риккати соответственно по управлению и фильтрации.

Литература.

1. Кузнецов Б.И., Богаенко К.И., Никитина Т.Б. Чувствительность оптимального цифрового компенсатора трехмассовой обмоточной машины//Автоматизация виробничих процесів. – 2003. - №2(17). – С. 101-106.
2. Кузнецов Б.И., Чаусов А.А., Шурло О.В. Цифровая модель обмоточной машины как трехмассовой системы//Вестник НТУ «ХПИ»: Сборник научных работ - Харьков: НТУ «ХПИ», 2003 №10. – Т.2 - С.313-314.
3. Кузнецов Б.И., Чаусов А.А., Шурло О.В. Динамические характеристики обмоточной машины как двухмассовой системы при цифровом управлении//Машиностроение и техносфера XXI века //Сборник трудов МНТК – Донецк: ДонНГУ.2003. Т.2.-С. 112-117.