
СИНТЕЗ АНИЗОТРОПИЙНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОКАТА

Постановка проблемы, связь с научными и практическими задачами. Современная концепция интегрированного управления качеством тонколистового проката предполагает использование разнообразных каналов воздействия на качественные показатели проката. Каждый канал обладает определенными технологическими возможностями влияния на показатели качества и, естественно, технологическими и конструктивными ограничениями так, что высокое качество готового проката может быть достигнуто лишь при совместном использовании всех каналов, имеющихся на прокатном стане.

Анализ последних достижений и публикаций. Синтезу многоканальных систем посвящено достаточно большое количество публикаций. В работах [1-2] рассмотрены вопросы синтеза многоканальных систем робастного управления при непрерывном управлении. Современные системы управления реализуются на цифровой элементной базе. В работах [3-5] рассмотрены вопросы синтеза многоканальных систем цифрового робастного управления при последовательном синтезе отдельных каналов. Однако в этих работах не приведена методика выбора самого критерия качества робастного управления, что ограничивает возможности получения высокой точности работы системы.

Цель работы. Целью данной работы является последовательный синтез анизотропийных регуляторов каналов многоканальных систем регулирования геометрических параметров проката, позволяющему обеспечивать работоспособность системы при изменении моделей объектов управления и внешних воздействий и высокой точности многоканальной системы.

Изложение материала исследования, полученных научных результатов. Применение регуляторов, синтезированных по смешанному критерию, включающему H^2 и H^∞ нормы, позволяет получать системы, обладающие достаточно высокими динамическими характеристиками при низкой чувствительности к изменению параметров и структуры объектов управления. Одним из подходов к обоснованному выбору смешанного критерия, включающего H^2 и H^∞ нормы, является построение анизотропийных регуляторов

Метод решения. Рассмотрим синтез робастного регулятора, минимизирующего анизотропийную норму в форме пространства состояний в виде A, B, C, D реализации. Этот регулятор формирует управляющее воздействие на вход системы по ее измеряемому выходу и представляет собой динамический блок типа компенсатора, объединяющий робастный наблюдатель и робастный регулятор. Для синтеза этого блока рассмотрим уравнение Риккати

$$R = \bar{A}^T R \bar{A} + q \bar{C}^T \bar{C} + L^T \Sigma^{-1} L;$$

где

$$\Sigma = [I_{m_1} - q D_{11}^T D_{11} - \bar{B}^T R \bar{B}]^{-1}$$

$$L = [L_1 \quad L_2] = \Sigma [\bar{B}^T R \bar{A} + q D_{11}^T \bar{C}]$$

Рассмотрим также уравнение Риккати

$$S = [A + B_1 L_1] S [A + B_1 L_1]^T + B_1 \Sigma B_1^T - \Lambda \Theta \Lambda^T$$

где

$$\Theta = [C_2 + D_{21} L_1] S [C_2 + D_{21} L_1]^T + D_{21} \Sigma D_{21}^T,$$

$$\Lambda = [A + B_1 L_1] S [C_2 + D_{21} L_1]^T + B_1 \Sigma D_{21}^T \Theta^{-1}$$

Рассмотрим еще одно уравнение Риккати

$$T = \underline{A}^T T \underline{A} + \underline{C}^T \underline{C} - N^T \Pi N,$$

$$\Pi = \underline{B}^T T \underline{B} + D_{12}^T D_{12},$$

$$N = [N_1 \quad N_2] = -\Pi^{-1} (\underline{B}^T T \underline{A} + D_{12}^T \underline{C}).$$

Тогда может быть получена A, B, C, D реализации регулятора, минимизирующего анизотропийную норму

$$\hat{A} = B_2 \bar{C} + [I_n - \Lambda] \begin{bmatrix} A & B_1 \\ C_2 & D_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_n \\ M \end{bmatrix},$$

$$\hat{B} = \Lambda, \quad \hat{C} = N_1 + N_2.$$

В целом, решение задачи нахождения регулятора, минимизирующего анизотропийную норму, сводится к вычислению трех алгебраических уравнений Риккати, уравнения Ляпунова и уравнения специального вида для вычисления уровня анизотропии входного сигнала.

Результаты моделирования.

В качестве примера рассмотрен синтез регулятора, минимизирующего анизотропийную норму, канала скоростной асимметрии. Математические модели индивидуальных главных приводов приняты в виде двухмассовой и трехмассовой электромеханических систем [6-8]. На рис.1 показан переходный процесс момента упругости вала, соединяющего прокатный валок с муфтой, в трехмассовой модели главного привода в робастной системе управления скоростной асимметрией. Как видно из этого графика, изменение момента упругости содержит высокочастотные составляющие, обусловленные учетом упругих элементов в главной линии прокатного стана. Наличие взаимосвязи между прокатными валками через прокатываемый металл приводит к повышению колебательности переходного процесса момента упругости.

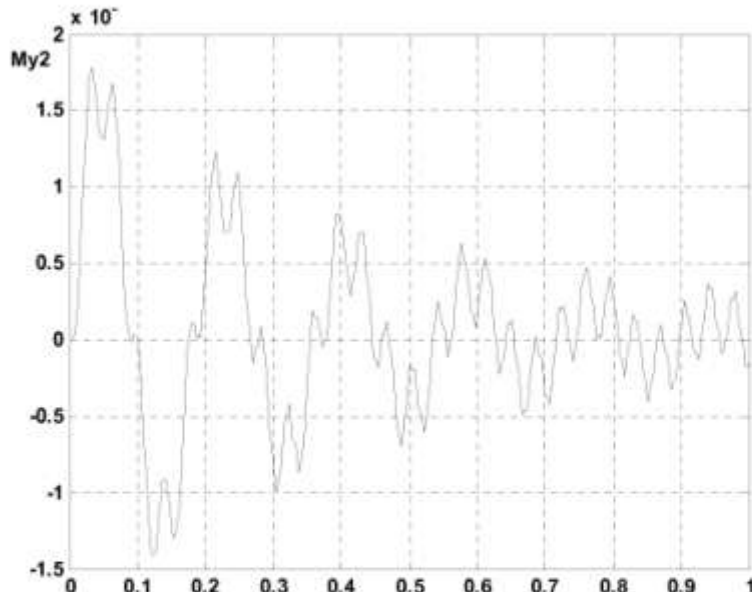


Рис.1 Переходный процесс момента упругости вала трехмассовой модели главного привода в системе управления скоростной асимметрией с анизотропийным регулятором

Выводы из приведенного исследования, перспективы этого направления. Разработан метод последовательного синтеза анизотропийного робастного управления каналами многоканальных систем регулирования геометрических параметров проката, при котором синтез анизотропийного робастного управления многоканальной системы сводится к последовательному синтезу анизотропийного робастного управления отдельными каналами, начиная с первого основного силового канала и заканчивая последним маломощным быстродействующим каналом.

Приведен пример синтеза анизотропийного робастного управления каналом скоростной асимметрии многоканальной системы регулирования профиля и формы прокатываемой полосы. Показана высокая эффективность синтезированной системы анизотропийного робастного управления при малой чувствительности к изменению параметров и структуры моделей объектов управления и моделей задающих и возмущающих воздействий.

Литература.

1. Никитина Т.Б. Робастное управление многоканальными итерационными электроприводами по H^2 и H^∞ критериям. Електромашинобудування та електрообладнання. Міжвідомчий науково – технічний збірник. Одеса - 2006. Випуск №67. С. 13 – 17.
2. Никитина Т.Б. Синтез робастных регуляторов многоканальных итерационных систем// Радиоэлектроника и информатика. Научно – технический журнал: Харьков, ХНУР. 2007. №4(35). - С. 24 –30.
3. Никитина Т.Б. Синтез цифровых робастных регуляторов многоканальных электромеханических систем//Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету (технічні науки). Тематичний випуск «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика». /Дніпродзержинськ: ДГТУ, 2007. – С. 391– 392.
4. Никитина Т.Б. Синтез цифровых нелинейных робастных регуляторов каналов многоканальных систем при последовательном синтезе. Автоматизація виробничих процесів.// Київ – 2006.- №2 (23).- С.109 -114.
5. Никитина Т.Б. Синтез приближенно – оптимальных нелинейных систем цифрового управления технологическими процессами с аналитическими нелинейностями. //Автоматизація виробничих процесів. Київ. - 2003. - №2(17). - С.62-65.
6. Никитина Т.Б. Робастное управление двухмассовой электромеханической системой в режиме буксования. Вестник НТУ «ХПИ», Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Информатика и моделирование». 2006, №40. С. 138-144.
7. Никитина Т.Б. Исследование динамических характеристик цифрового робастного управления блюмингом в режиме пробуксовки валков. Вестник НТУ «ХПИ», Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Автоматика и приборостроение». 2006, №31. С. 93 – 101.
8. Никитина Т.Б. Ограничение нагрузок в нелинейных многоканальных электромеханических системах при управлении по состоянию. Механіка та машинобудування. Харків 2006. №1. С. 259 – 264.