

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Оренбургский государственный университет

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики
и электротехники

П.А. Воронин

АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЕМ МЕХАНИЗМА

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Оренбург
2018

УДК 68-83 (07)
ББК 31.291я 7
В 75

Рецензент – кандидат технических наук, доцент С.В. Митрофанов

Воронин, П.А.

В 75 Автоматические системы управления положением механизма: методические указания / П.А. Воронин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 23 с.

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, изучающих дисциплину «Регулирование координат в электроприводах» очной и заочной форм обучения.

УДК 68-83 (07)
ББК 31.291 я 7

© Воронин П.А., 2018
© ОГУ, 2018

Содержание

Введение.....	4
1 Общие положения о регулировании координат в электроприводах	5
2 Системы управления положением механизмов, работающих в режиме позиционирования.....	6
3 Системы управления положением механизмов, работающих в режиме слежения.....	8
4 Основные показатели следящего привода.....	11
5 Синтез регуляторов положения позиционных систем с нелинейным интегральным каналом	12
6 Комбинированное управление в следящем электроприводе.....	17
7 Использование фаззи-регуляторов в позиционных электроприводах	18
8 Компьютерные технологии исследования и оптимизации систем автоматизированных электроприводов производственных машин.....	20
9 Особенности выбора электродвигателей позиционных и следящих электроприводов.....	21
Выводы	22
Список использованных источников	22

Введение

Системы автоматического управления (САУ) находят широкое применение в составе современного технологического оборудования, используемого в различных отраслях промышленного производства, что объясняется не только необходимостью автоматизации различных технологических процессов обработки и сборки, но и созданием принципиально новых автоматизированных рабочих машин.

Важным этапом проектирования САУ является синтез структурной схемы позиционных и следящих электроприводов, выбор необходимых элементов и их параметров, оценка динамических свойств системы регулирования и определение необходимости их коррекции.

Поскольку современные САУ предполагают использование в своем составе различных исполнительных устройств, источников энергии, чувствительных элементов и управляющих электронных устройств с программными средствами, особое значение приобретает задача подготовки кадров, способных осуществлять разработку таких систем и их сопровождение в производственных условиях.

1 Общие положения о регулировании координат в электроприводах

В соответствии с действующим стандартом [1] за координату электропривода принимается любая электрическая, механическая, магнитная, тепловая переменная, принятая для описания состояния электропривода и управления его состоянием. В качестве выходной координаты замкнутой системы электропривода чаще всего рассматривается частота вращения двигателя (регулируемый по скорости электропривод) и перемещение исполнительного органа рабочей машины (позиционный и следящий электропривод).

Системы регулирования положения представляют собой класс систем с чрезвычайно широким диапазоном назначений. Они находят применение в качестве систем наведения антенн, оптических телескопов; для стабилизации различных платформ в условиях качки оснований, на которых монтируются эти основания; для управления регулируемым электроприводом в металлорежущих станках с контурной и контурно-позиционными системами ЧПУ (классы систем Ф3 и Ф4). Мощность исполнительных двигателей составляет от единиц и десятков ватт до десятков и сотен киловатт, а их питание осуществляется от тиристорных или транзисторных усилителей мощности.

Контроль положения осуществляется с помощью датчиков, которые в аналоговой или дискретной форме дают информацию о перемещении рабочего органа механизма на протяжении всего пути. В качестве датчиков используются сельсины, вращающиеся трансформаторы, индуктосины, оптические линейки, фото-импульсные преобразователи угловых перемещений.

В большинстве случаев качественные системы управления положением строятся по принципам подчиненного регулирования координат при питании двигателей постоянного тока от тиристорных преобразователей, а двигателей переменного тока – от преобразователей частоты. При этом к традиционно выполненным внутренним контурам тока и скорости добавляется цифровой или аналоговый контур регулирования положения.

Помимо электрических приводов большую группу приводов с регулированием положения составляют гидравлические и пневматические приводы.

2 Системы управления положением механизмов, работающих в режиме позиционирования

Позиционированием называют такой режим работы электропривода, при котором задачей работы системы управления является перемещение рабочего органа механизма из одного фиксированного положения в другое. Характер траектории перемещения при этом важен лишь постольку, поскольку он обеспечивает минимальное время перемещения, то есть максимальную производительность механизма, без сколько-нибудь значительного перерегулирования по положению.

Соответственно [1], **позиционный электропривод** – электропривод, обеспечивающий перемещение и установку исполнительный орган рабочей машины в заданное положение.

Рассмотрим настройку замкнутого контура положения с объектом управления – регулируемым по скорости электроприводом с передаточной функцией

$$W_{oy1}(p) = \frac{K_{oy1}}{T_{oy} \cdot p + 1}. \quad (2.1)$$

За некоторое время dt вал исполнительного двигателя при постоянной скорости вращения ω повернется на угол $\Delta\varphi$. Тогда уравнение, связывающее скорость двигателя и угол поворота вала примет вид:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{dt} = \varphi \cdot p. \quad (2.2)$$

Для аналогового контура положения с вращательным или прямолинейным перемещением передаточная функция разомкнутого контура перемещения имеет вид:

$$W_{\text{раз}}(p) = W_{\text{рп}}(p) W_{\text{оу1}}(p) \frac{K_{\text{оу2}}}{p}, \quad (2.3)$$

где $W_{\text{рп}}(p)$ - передаточная функция регулятора положения.

Очевидно, что для настройки системы электропривода с единичной обратной связью на технический оптимум надо использовать П-регулятор положения с передаточной функцией:

$$W_{\text{рп}}(p) = K_{\text{рп}} = \frac{1}{2T_{\text{оу}} K_{\text{оу1}} K_{\text{оу2}}}. \quad (2.4)$$

Структурная схема системы регулирования положения представлена на рисунке 2.1,

где ИР – измеритель рассогласования с коэффициентом передачи K_{δ} .

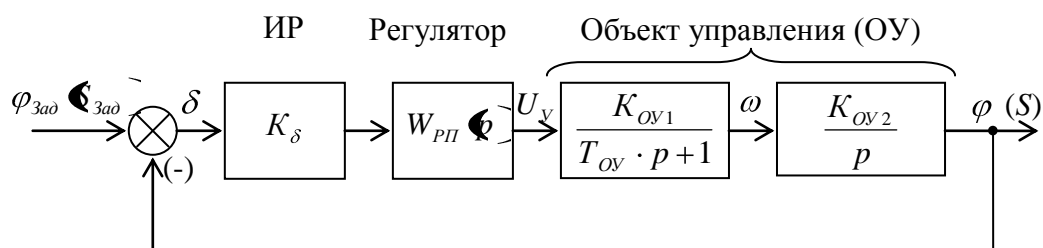


Рисунок 2.1 - Структурная схема системы регулирования положения

В большинстве промышленных электроприводов, оснащенных позиционными системами, наилучшим считается такой процесс отработки перемещения, при котором скорость перемещения изменяется по треугольному графику. При этом возможны три режима работы позиционного электропривода:

- режим малых перемещений, при котором не один из регуляторов (тока, скорости, положения) не выходит на ограничение;

- режим средних перемещений, при котором регуляторы скорости и положения выходят на ограничение, т.е. система перестает быть линейной, но скорость в процессе отработки не выходит на максимальный установившийся уровень (рисунок 2.2,а);

- режим больших перемещений – регуляторы скорости и положения выходят на ограничение, привод разгоняется до максимальной скорости, некоторое время на ней работает (рисунок 2.2,б).

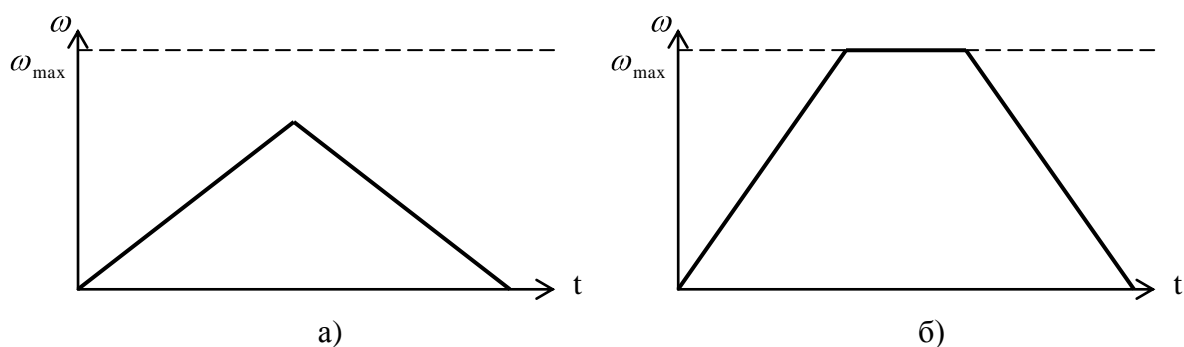


Рисунок 2.2 - Тахограмма режима средних (а) и больших (б) перемещений позиционного электропривода

3 Системы управления положением механизмов, работающих в режиме слежения

Задачей следящего управления является обеспечение перемещения исполнительного органа в соответствии с изменяющимся по произвольному закону управляющим воздействием при ошибке, не превышающей допустимого значения во всех режимах в условиях действия на систему возмущений. В следящем режиме ни один из регуляторов (тока, скорости, положения) не должен входить в насыщение.

Соответственно [1], **следающий электропривод** – электропривод, обеспечивающий перемещение исполнительного органа рабочей машины в соответствии с произвольно изменяющимися задающими сигналами; **программно-управляемый электропривод** - электропривод, обеспечивающий перемещение исполнительного органа рабочей машины в соответствии с заданной программой.

Требуемая статическая точность определяет тип и характеристики датчика положения, а динамические характеристики – структурную схему электропривода и параметры ее звеньев. В следящей системе непрерывного действия сигнал рассогласования δ поступает на вход фазочувствительного измерителя рассогласования, а затем на вход управляющего устройства, которое может быть выполнено с различными корректирующими устройствами, выбираемыми с учетом качества переходных процессов и точности слежения.

Результирующий сигнал рассогласования следящей системы складывается из нескольких составляющих:

$$\delta = \delta_y + \delta_v + \delta_{\pi} + \delta_o,$$

где δ_y – сигнал рассогласования относительно управляющего входного воздействия; δ_v – сигнал рассогласования от возмущающего воздействия; δ_{π} – сигнал рассогласования, обусловленный помехами; δ_o – погрешность измерительного устройства.

Поскольку контур положения содержит интегрирующее звено, входящее в состав объекта управления (рисунок 2.1), при пропорциональном регуляторе положения система обладает астатизмом первого порядка по управлению. Это означает, что заданное ступенчатое перемещение система, настроенная на технический оптимум в контуре положения, будет отрабатываться без установившейся ошибки. По возмущающему воздействию система статическая, что обуславливает наличие в системе установившейся ошибки по нагрузке.

Если в системе применен пропорционально-интегральный регулятор положения (астатизм системы второго порядка) и контур положения настроен, например, на симметричный оптимум, то без ошибки будет обрабатываться не только заданное ступенчатое перемещение, но и линейно изменяющийся сигнал. Одновременно статическая ошибка по нагрузке может быть сведена к нулю.

Одним из основных требований высококачественных следящих электроприводов является обеспечение апериодического переходного процесса. В линейных и линеаризованных системах апериодический процесс можно получить либо за счет соответствующего построения структуры привода, либо за счет формирования кривой управляющего воздействия.

В соответствии с ГОСТ 27803 – 91 «Электроприводы регулируемые для металлообрабатывающего оборудования и промышленных роботов. Технические требования» [2] полоса пропускания частот замкнутого контура регулирования скорости программно-управляемых приводов подач должна быть не менее 30 Гц – для тиристорных электроприводов, 100 Гц – для транзисторных приводов. Полоса пропускания частот замкнутого по положению контура регулирования приводов подач должна быть не менее 5 Гц для тиристорных и не менее 20 Гц для транзисторных электроприводов. Под полосой пропускания частот замкнутого контура регулирования скорости (положения) понимается диапазон частот, в котором сдвиг по фазе первых гармоник сигналов обратной связи по скорости (положению) и управляющего сигнала не превышает 90 электрических градусов или в котором снижение амплитуды выходного сигнала не более 3 дБ.

Так как в структуре следящего (программно-управляемого) привода интегрирующее звено с фазовым сдвигом 90 электрических градусов является обязательной его составляющей, то все остальные составные части следящего (программно-управляемого) привода практически не должны вносить никакого фазового сдвига до частоты среза привода, то есть каждый внутренний контур должен быть практически безинерционным на частоте среза внешнего контура. Это обеспечивается правильным выбором и расчетом параметров регуляторов.

4 Основные показатели следящего привода

Одной из важнейших характеристик следящего привода является **добротность по скорости** или коэффициент усиления по скорости, который определяет качество регулирования системы, замкнутой по положению.

Добротность по скорости определяется отношением скорости равномерно-го движения к рассогласованию (ошибке по положению):

$$K_v = \frac{V}{\delta}, \quad \left[\frac{\text{мм/мин}}{\text{мм}} \right] \text{ или } \left[\frac{1}{\text{с}} \right] \text{ или } \left[\frac{\text{Гц}}{\text{дискрета}} \right]. \quad (4.1)$$

Чем больше добротность по скорости, тем меньше при одной и той же скорости перемещения скоростная ошибка. Чем больше K_v , тем более быстродействующей является следящая система, тем меньше становится динамическая ошибка при отработке системой возмущающих воздействий. Однако стремление к увеличению K_v вступает в противоречие с возможностью устойчивой работы системы регулирования.

Для системы с астатизмом первого порядка передаточная функция разомкнутой системы может быть записана в общем виде как:

$$W_{\text{раз}}(p) = \frac{1}{a_1 p} (b_m p^m + \dots + b_1 p + 1 / \frac{a_n}{a_1} p^{n-1} + \dots + \frac{a_2}{a_1} p + 1) \quad (4.2)$$

Добротность по скорости представляет собой величину $K_v = \frac{1}{a_1}$. Заданному значению K_v будет удовлетворять замкнутая система, у которой низкочастотная асимптота ЛАЧХ разомкнутой системы имеет наклон – 20 дБ/дек и пересекает ось абсцисс при частоте, численно равной $K_v \left[\frac{1}{\text{с}} \right]$.

Для системы с астатизмом второго порядка, где

$$W_{\text{раз}}(p) = \frac{1}{a_2 p^2} (b_m p^m + \dots + b_1 p + 1) / \left(\frac{a_n}{a_2} p^{n-2} + \dots + \frac{a_3}{a_2} p + 1 \right), \quad (4.3)$$

добротность по ускорению:

$$K_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\delta} = \frac{1}{a_2}, \quad \left[\frac{1}{c^2} \right]. \quad (4.4)$$

Низкочастотная асимптота ЛАЧХ разомкнутой системы имеет наклон – 40 дБ/дек и пересекает ось абсцисс при частоте, равной $\sqrt{K_\varepsilon}$.

К основным требованиям, предъявляемым к следящему электроприводу, кроме точности слежения, относятся плавность регулирования скорости, плавность протекания переходных процессов, особенно в случаях значительной инерции механической части, приведенной к валу двигателя.

Как правило, следящий электропривод работает в программном или автоматическом режиме. К нему можно предъявить и общие требования, прежде всего по надежности, экономичности и т.п.

5 Синтез регуляторов положения позиционных систем с нелинейным интегральным каналом

В современных системах автоматизированного электропривода, в том числе позиционного, широкое распространение получили алгоритмы управления с интегральными составляющими. Введение интегральных каналов в регуляторы, как известно, позволяет повысить порядок астатизма замкнутых систем управления по задающим и возмущающим воздействиям, уменьшить ошибку регулирования в установившихся режимах работы систем.

Статическая точность регулирования в системах регулирования по отклонению возрастает с относительным увеличением коэффициента усиления инте-

гравного канала и соответствующим увеличением добротности по скорости системы управления. Вместе с тем с ростом добротности по скорости ухудшаются показатели замкнутой системы в динамике: возрастает перерегулирование, колебательность и длительность переходного процесса при ступенчатом задающим воздействии. Традиционно данное противоречие в замкнутом контуре управления систем стабилизации или позиционирования решается за счет последовательной коррекции в канале задания (здатчики интенсивности, фильтры и т.п.). К системам слежения такой подход неприменим.

Целесообразно найти компромисс между выбором простой структуры системы электропривода с регулированием по отклонению и стандартной методикой настройки контура регулирования следящей системы и выбором комбинированной системы управления с пропорциональным регулятором положения и каналом компенсации скоростного рассогласования, расчет параметров которой требует творческого подхода, хотя и основан на известном принципе инвариантности [3].

В качестве базовой для дальнейшего рассмотрения примем систему, структурная схема которой представлена на рисунке 5.1. Данная система содержит объект управления, состоящий из последовательно соединенных колебательно-го звена (математическая модель регулируемого по скорости электропривода) и интегрирующего звена, а также ПИ-регулятор с коэффициентами передачи $K_{\text{п}}$ и $K_{\text{и}}$.

На рисунке 5.1 используются следующие обозначения: X , $X_{\text{зад}}$, δ - выходная координата, ее задание и рассогласование, $f_{\text{в}}$ - возмущающее воздействие.

Алгоритм управления данной системы имеет вид:

$$u = u_{\text{п}} + u_{\text{и}} = \delta \cdot \left(\frac{K_{\text{и}}}{p} + K_{\text{п}} \right) \quad (5.1)$$

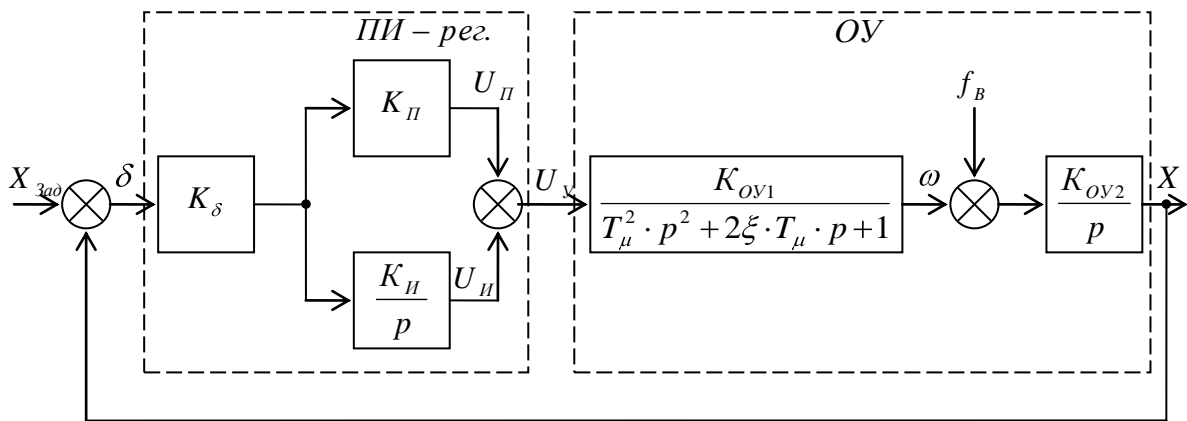


Рисунок 5.1 - Структурная схема системы с ПИ-регулятором положения

Характерный вид переходного процесса в такой системе при ступенчатом задающем воздействии представлен на рисунке 5.2, где введены следующие обозначения: t_c , t_0 , t_k - соответственно моменты времени первого согласования, начала и окончания переходного процесса; S_1 , S_2 - площади, охваченные графиком рассогласования соответственно для интервалов времени $[t_0, t_c]$ и $[t_c, t_k]$.

В момент времени t_0 скачкообразное приложение задающего сигнала $X_{зад}$ вызывает мгновенное изменение сигнала на входе интегратора от значения $\delta = 0$ до $\delta = X_{зад}$. В результате этого на выходе интегрального канала происходит рост интегральной составляющей управляющей функции $u_{ин}$, величина которой к моменту первого согласования t_c достигает значения

$$u_{ин}(t_c) = K_{ин} \int_{t_0}^{t_c} \delta dt = K_{ин} S_1 \neq 0. \quad (5.2)$$

Этот сигнал оказывается в данном случае излишним: хотя рассогласование и ошибка регулирования устранены, но он не позволяет системе перейти в установившийся режим. Для окончания переходного процесса необходимо, чтобы сигнал $u_{ин}$ стал нулевым. Компенсация излишнего сигнала $u_{ин}(t_c)$, накопленного к моменту первого рассогласования, возможна только за счет поддержания регулятором на некотором интервале дотягивания $[t_c, t_k]$ отклонения ре-

гулируемой координаты обратного знака таким образом, чтобы обеспечить условие: $S_2 = S_1$ [4].

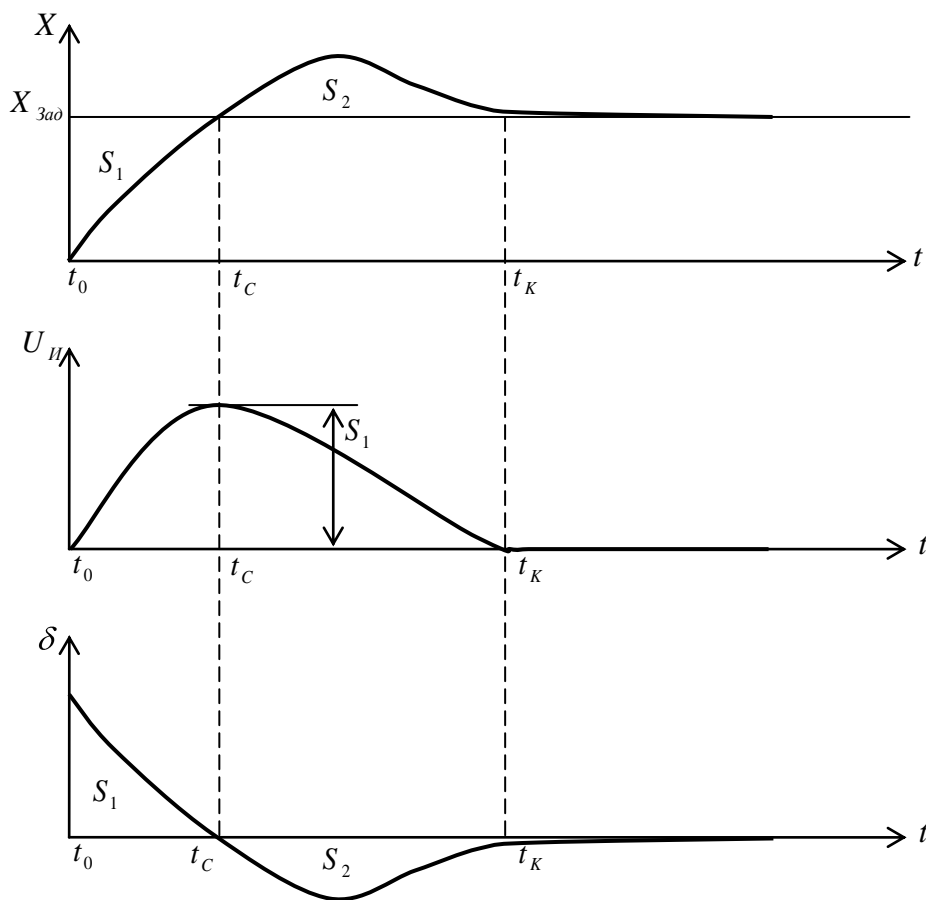


Рисунок 5.2 - Переходный процесс при скачкообразном изменении сигнала задания

Таким образом, наличие в законе управления интегральной составляющей является достаточным условием перерегулирования в переходном процессе при скачкообразном приложении задающего воздействия, причем независимо от выбранных коэффициентов ПИ-регулятора.

Отсюда следует, что в целях получения высоких динамических и статических свойств замкнутой системы управления возможность коррекции алгоритма управления необходимо искать не столько в изменении коэффициентов передачи регулятора положения, сколько в возможности ограничении уровня интегральной составляющей закона управления таким образом, чтобы при этом не

изменились астатические свойства электромеханической системы как по управляющему, так и по возмущающему воздействиям.

В технической литературе показано [4], что функция интегральной части регулятора состоит в том, чтобы создать в установившемся режиме на своем выходе сигнал, равный приведенной к выходу регулятора установившейся ошибке в аналогичной системе без интегратора. Не изменяя свойств системы управления в установившемся режиме можно ограничить входной и выходной сигналы интегрального канала регулятора, сделав его нелинейным (рисунок 5), и тем самым снизить перерегулирование в переходном процессе при скачкообразном изменении сигнала задания в астатических системах управления с высокими коэффициентами добротности по скорости.

Скорректированный алгоритм управления (6) запишется в виде [4]:

$$\begin{aligned}
 u &= K_{II} \delta(t) + u_{II}, \\
 &K_{II} \int \delta(t) dt, \quad \text{при } \delta(t) < \delta_{0 \max}, \quad u_{II} < u_{II \max}, \\
 u_{II} &= \begin{cases} K_{II} \int \delta_{0 \max} dt, & \text{при } \delta(t) \geq \delta_{0 \max}, \quad u_{II} < u_{II \max}, \\ u_{II \max}, & \text{при } K_{II} \int \delta(t) dt \geq u_{II \max} \text{ или } K_{II} \int \delta_{0 \max} dt \geq u_{II \max}. \end{cases}
 \end{aligned}
 \tag{6.3}$$

Этот алгоритм управления можно реализовать в системе, структурная схема регулятора положения которой представлена на рисунке 5.3.

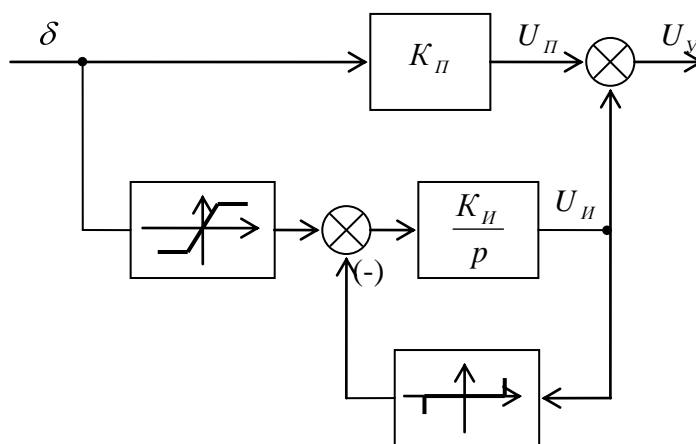


Рисунок 5.3 - Структурная схема нелинейного ПИ-регулятора

Исследования систем электропривода [4] показали, что применение нелинейного алгоритма управления вида (8) позволяет обеспечить в астатических системах управления с высокими коэффициентами добротности переходные процессы по управлению с небольшим перерегулированием, сравнимым по величине со значениями установившейся ошибки аналогичных систем без интегральной связи.

6 Комбинированное управление в следящем электроприводе

Возможности повышения точности следящей системы за счет увеличения добротности ограничены. Эффективным средством повышения точности является применение комбинированного управления [3,6], при котором в систему наряду с заданием перемещения вводится одна или несколько производных от него с помощью блока компенсации скоростного рассогласования (корректирующего устройства с передаточной функцией $W_k(p)$). Структурная схема системы с комбинированным управлением представлена на рисунке 6.1.

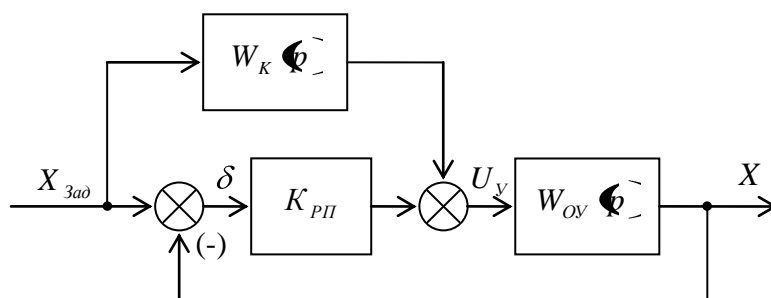


Рисунок 6.1 - Структурная схема системы с комбинированным управлением

Ошибка комбинированной системы оценивается на основании передаточной функции:

$$W_{\delta}(p) = \frac{\delta(p)}{Xz(p)} = \frac{1 - W_{oy}W_k}{1 + W_{oy}K_{pn}}. \quad (6.1)$$

Это выражение позволяет записать условие тождественного равенства нулю ошибки по управлению, т.е. условие инвариантности по управлению:

$$W_k(p) = \frac{1}{W_{oy}(p)}. \quad (6.2)$$

7 Использование фаззи-регуляторов в позиционных электроприводах

В системах тепло- и водоснабжения в целях автоматизации технологического процесса для дистанционного управления угловым или линейным перемещением исполнительных органов задвижек целесообразно применение позиционных электроприводов. Использование в таких приводах фаззи-управления экономически и технически оправдано. Структурная схема позиционного электропривода с фаззи-управлением показана на рисунке 7.1 [9].

В качестве входных переменных фаззи-регулятора ФР используются сигналы рассогласования и скорости вращения (т.е. первая производная от рассогласования) электродвигателя. Стратегия управления фаззи-регулятора закладывается в таблице правил. На практике оказывается достаточным: пяти фаззи-множеств (ФМ) для входных переменных и семи ФМ для выходной переменной.

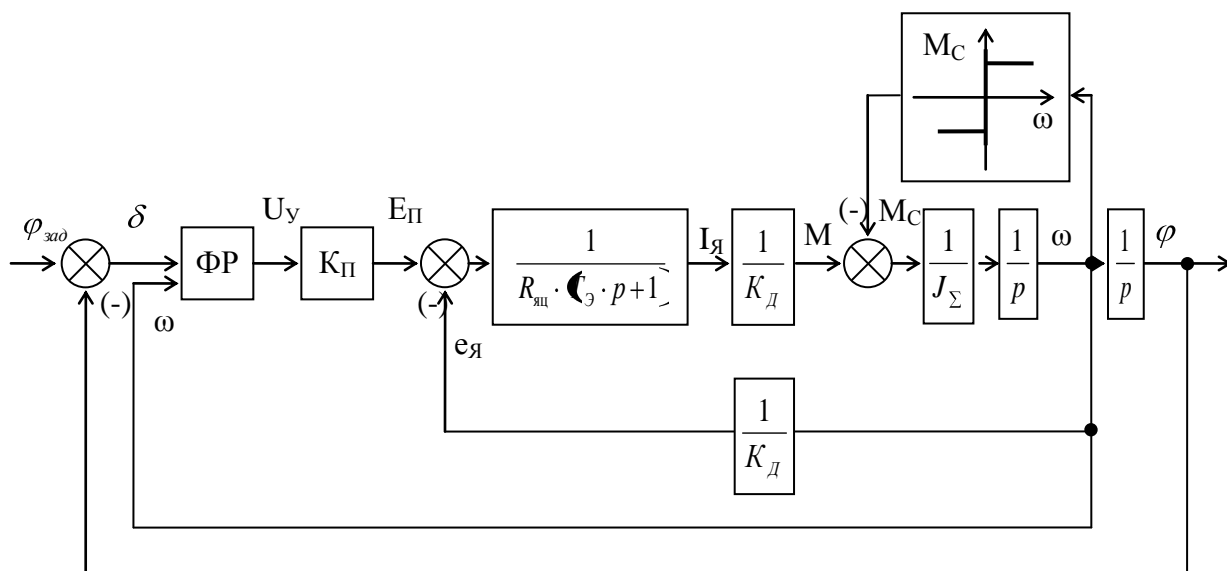


Рисунок 7.1 - Структурная схема позиционного привода с фаззи-регулятором положения

При заполнении таблицы правил пользуются уже синтезированным традиционным регулятором положения. Оптимальные координаты функций принадлежности (ФП) для каждой переменной определяются итерационным методом (методом проб и проверок) в процессе моделирования.

Возникновение ошибки позиционирования связано с наличием в системе момента сопротивления M_c на валу исполнительного электродвигателя. При подходе рабочего органа (РО) задвижки к позиции остановки, когда рассогласование δ еще велико, скорость становится уже мала, и РО останавливается, не доходя до заданного уровня остановки (в соответствии с той таблицей правил, которая составлена).

Для дополнительного снижения ошибки можно использовать дополнительный ФР. Теперь получаем систему с двумя ФР, при этом второй ФР будет работать только в зоне остановки с дополнительным правилом:

При подходе к установившемуся значению перемещения, когда рассогласование еще „велико”, а скорость уже „мала”, сформировать дополнительное

управляющее воздействие. Вне зоны „велико” и при скоростях но „больших”, дополнительное управляющее воздействие не требуется.

Выходы с обоих фаззи-регуляторов подаются на блок максимизации, на выходе которого выделяется управляющий сигнал.

Возможно объединение на уровне алгоритмов двух ФР в один путем учета всех задействованных выходных фаззи-множеств, с последующей корректировкой центров функций принадлежности.

Подробнее о фаззи-управлении в электроприводах можно узнать в [8].

8 Компьютерные технологии исследования и оптимизации систем автоматизированных электроприводов производственных машин

В инженерной практике при проектировании электромеханических комплексов, при автоматизированном выборе наилучших проектных решений, а также при выборе оптимальных значений параметров регуляторов при работе электропривода в условиях широкого диапазона внешних возмущающих воздействий применяются компьютерные методы исследования и синтеза. Компьютерные исследования электромеханических систем и отдельных приводов выполняются по их математическим моделям. Однако, в зависимости от поставленной задачи, могут использоваться и другие модели: эвристические, логические, концептуальные и т.д. [5].

В настоящее время для исследования динамических систем и синтеза электроприводов и систем автоматизации чаще всего применяют моделирование в среде MATLAB - Simulink. Имитируя работу систем во временной области, можно получить наглядное графическое представление о динамических и статических показателях электромеханических систем, в том числе с нелинейными

звеньями. Simulink, полностью интегрированный с MATLAB, обеспечивает быстрый доступ к широкому спектру инструментов анализа и проектирования.

9 Особенности выбора электродвигателей позиционных и следящих электроприводов

Традиционные методики выбора мощности электродвигателей общепромышленных установок обычно исходит из известных нагрузочных диаграмм электропривода и ограничиваются лишь допустимыми условиями использования двигателя по нагреву, по перегрузочному моменту, по максимальной скорости и другими условиями.

Для позиционных и следящих электроприводов задача оказывается сложнее из-за существенного влияния динамических показателей двигателя на качество процессов в электроприводе и в большинстве случаев ее решение неоднозначно. Поэтому процедура выбора силового оборудования сопровождается оптимизацией его по каким-либо критериям, которые позволяют получить наилучшие качественные показатели электропривода при работе в определенных условиях.

Для позиционных приводов задача параметрической оптимизации решают, принимая за критерий оптимизации время перемещения рабочего органа производственного механизма из одной точки в другую. Этот критерий позволяет определить оптимальное передаточное число редуктора привода [7]:

$$i_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{J_{\text{раб.мех}}}{J_{\text{дв}}}}, \quad (9.1)$$

где $J_{\text{раб.мех}}$ – момент инерции рабочего органа,

$J_{\text{дв}}$ - момент инерции двигателя.

Для следящих (программно-управляемых) электроприводов большее разнообразие режимов работы и требований к ним, чем для позиционных. При этом режим работы электропривода в значительной мере произволен и требуемые мощность двигателя и передаточное число редуктора определяются на основании или максимальной скорости и ускорения или статических характеристик приложенной нагрузки. В качестве основного критерия оптимизации принимают максимальную точность слежения электропривода, по которому и выбирают величины параметров элементов конструкции.

Выводы

1 Системы управления положением механизмов строятся по принципам подчиненного регулирования координат и содержат, как правило, три контура регулирования.

2 Основной характеристикой позиционной и следящей систем является добротность по скорости, определяющая быстродействие внешнего контура регулирования.

3 Эффективным средством повышения точности следящей системы является применение комбинированного управления.

4 При недостаточной информации об объекте управления в позиционных электроприводах используются фаззи-регуляторы.

Список использованных источников

1 ГОСТ Р 50369 – 92. Электроприводы. Термины и определения. - Введ. 1993-01-07-М.: Издательство стандартов, 1993.-13 с.

2 ГОСТ 27803 - 91. Электроприводы регулируемые для металлообрабатывающего оборудования и промышленных роботов. Технические требования. – М.: Издательство стандартов, 1991.- 20 с.

3 Башарин, А.В. Управление электроприводами: учебное пособие для вузов. – Л.: Энергоиздат. Ленингр.отд-ние, 1982. – 392 с., ил.

4 Яблонь, В.П. Синтез регуляторов с нелинейным интегральным каналом для следящих систем. <http://www.portal / natural / Yblon>.

5 Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации: учеб. пособие для студ. вузов / М.П.Белов, О.И. Зементов, А.Е. Козярук [и др.]; под ред. В.А. Новикова, Л.М. Чернигова.- М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 368 с.

6 Терехов, В.М. Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. М. Терехов, О. И. Осипов; под ред. В. М. Терехова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 304 с.

7 Усынин, Ю.С. Системы управления электроприводов: учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 328 с.

8 Воронин, П.А. Применение фаззи-управления в электроприводах: методические указания по курсу «Монтаж, наладка, эксплуатация и диагностика электроприводов» / П.А. Воронин; Оренбургский гос. ун-т – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 30 с.

9 Постников, В.Г. Оптимизация позиционных электроприводов автоматизированных систем на основе фаззи-контроллера: автореферат диссертации / В.Г.Постников. - М.: Полиграф. центр МЭИ, 2007.