

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН  
ТАДЖИКСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени академика М. С. Осими**

**Кафедра: «АЭП и ЭМ»**

# **ЗАДАНИЕ №II**

**По «курсу исследование ЭП» на тему:**

**«Система с двухзонным регулированием  
скорости»**

**Выполнил:**

**студент V – го курса  
группы 1804**

**Сафдаршоев А.Ф.**

**Принял:**

**к. т. н. доцент**

**Нуманов Т.И.**

**ДУШАНБЕ – 2005**

# Содержание

## Введение

I.	Система двухзонного управления скоростью электропривода -----	1
II.	Система двухзонного зависимого регулирования скорости ЭП -----	2
III.	Математическая модель системы с двухзонным регулированием -----	6
	Заключение -----	7
	Литература -----	8

### **Введение**

Данное расчетное задание относится к месту проведения практики. Производственная практика была проведена в здании ТТУ на кафедре «И и ВТ». Основная задача практики заключалась в составлении новой лабораторной работы по курсу «СУЭП» на тему «Система стабилизации скорости с двухзонным управлением». Исследование началось с определения параметров системы как в первой так и второй зонах исследуемой системы.

Система построена по принципу подчиненного регулирования (т.е. и первая и вторая зона). Система построена по принципу зависимого регулирования. Следует отметить, что была проведена только виртуальное исследование системы. В качестве инструмента было использовано программа Matlab 6.1 со своим пакетом Simulink. Исследование проводилось на основании математической модели, которая в свою очередь была получена на основании решения комплекс дифференциальных уравнений описывающие как цепь возбуждения так и якорную цепь двигателя.

Важно отметить, что данная система не свободна от недостатков и требует тщательное улучшение в своём направлении. Хотя желаемые результаты еще не получены но работа в этом направлении еще не остановлена.

## **СИСТЕМА ДВУХЗОННОГО УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

Применение электропривода с двухзонным регулированием целесообразно для производственных механизмов, у которых работа на высоких скоростях происходит с незначительным моментом сопротивления на валу и наоборот, на малых скоростях требуется повышенное (номинальное) значение момента.

Двухзонный электропривод обеспечивает регулирование скорости до номинальной скорости (первая зона) за счет изменения напряжения на якоре при номинальном потоке возбуждения, а регулирование выше номинальной – за счет изменения магнитного потока (вторая зона) при постоянном напряжении на якоре.

Управление скоростью двигателя во второй зоне может производиться по принципу независимого или зависимого управления по отношению к изменению напряжения на якоре двигателя. При независимом управлении скорость двигателя в каждой зоне устанавливается своими датчиками, обеспечивающими изменение напряжения на якоре или магнитного потока двигателя. Системы зависимого управления напряжением на якоре и потоком двигателя предусматривают задание скорости в обеих зонах одним датчиком. Такие системы более просты и обладают лучшими динамическими показателями. В таких системах управления скоростью во второй зоне производится либо в функции напряжения, либо в функции противоЭДС двигателя.

Причем схема управления возбуждением выполняется таким образом, что при изменении напряжения от 0 до  $U_{ян}$  или ЭДС двигателя от 0 до  $(0,9 - 0,95) E_{дн}$ , напряжение на входе контура регулирования возбуждения не изменяется и поток двигателя постоянен и равен номинальному. При значениях напряжения якоря или ЭДС двигателя, близких к номинальному, на вход контура возбуждения подается сигнал обратной связи по напряжению или ЭДС двигателя, что приводит к ослаблению потока двигателя. Причем полное ослабление потока от  $\Phi_n$  до  $\Phi_{мин}$  происходит при изменении напряжения якоря двигателя или противоЭДС двигателя всего на 5%, поэтому основное изменение скорости во второй зоне происходит за счет изменения магнитного потока. В ряде случаев для увеличения быстродействия электропривода при работе на второй зоне эдс преобразователя якорной цепи берут с некоторым запасом. В этом случае, при возмущениях со стороны нагрузки, большая часть ее будет компенсироваться за счет изменения напряжения на зажимах двигателя, так как контур регулирования возбуждения обладает большой инерционностью и ток возбуждения будет изменяться незначительно. Таким образом, электропривод во второй зоне может иметь такое же быстродействие, как и в первой зоне. В этом основное преимущество зависимого принципа регулирования.

### **СИСТЕМА ДВУХЗОННОГО ЗАВИСИМОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

На рис.1 . приведена функциональная схема двухзонного комплектного нереверсивного электропривода типа ЭТЗ, предназначенного для привода металлорежущих станков. Система двухзонного электропривода содержит два тиристорных преобразователя для питания якорной цепи двигателя УПЯ и цепи возбуждения с промежуточными суммирующими усилителями соответственно ПУ1 и ПУ2.

На входе усилителя ПУ1 суммируются сигналы задания скорости  $U_{зс}$  и отрицательных обратных связей по скорости и току с отсечками. С помощью этих обратных связей обеспечивается стабилизация скорости и тока как в первой, так и во второй зонах регулирования скорости. Управление скоростью во второй зоне осуществляется в зависимости от напряжения на зажимах якоря двигателя. Сигнал пропорциональный напряжению на зажимах двигателя снимается с делителя, образованного сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$ , на датчик напряжения ДН, имеющего коэффициент передачи

$K_n$ . Сигнал через датчика напряжения через стабилитрон СТЗ подается на вход промежуточного усилителя ПУ2.

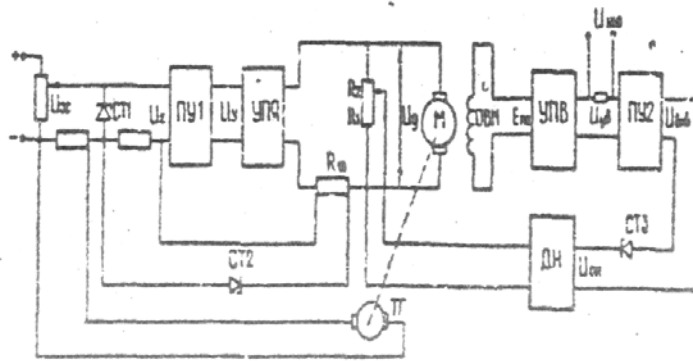


Рис.1. Функциональная схема двухзонного зависимого электропривода.

Схема настраивается таким образом, что если напряжение якоря будет меньше номинального, то сигнал, снимаемый с ДН  $U_{он} = \alpha K_n U_d$ , где  $\alpha = \frac{R1}{R1 + R2}$  -- коэффициент делителя, будет меньше напряжения пробоя стабилитрона СТЗ  $U_{он} < U_{стз}$  и  $U_{ов} = 0$ , магнитный поток будет определяться начальной уставкой  $U_{ов}$  и равен номинальной величине. При  $\alpha K_n U_d > U_{стз}$ , стабилитрон СТЗ пробивается и на вход ПУ2 подается сигнал обратной связи по напряжению двигателя и магнитный поток ослабевает. Причем параметры выбираются таким образом, что полное ослабление магнитного потока осуществляется при повышении напряжения на якоре сверх номинального всего на 5%. Если рассмотреть пуск двигателя в рассматриваемой схеме двухзонного электропривода при скачкообразном изменении сигнала задания скорости  $U_{зс}$ , то следует отметить, что пуск до основной скорости будет происходить точно также, как и в однозонной регулирование скорости с отрицательными обратными связями по скорости и току с отсечками. Так как почти на всем периоде разгона до  $U_{я}$  до  $U_{ян}$  обратная связь по напряжению действовать не будет и поток двигателя будет постоянен и равен номинальному значению  $\Phi = \Phi_n$ , т. е. определяется начальной уставкой  $U_{ов0}$ . После достижения номинального напряжения на якоре и при дальнейшем его нарастания до значения  $U_{я} = 1,05 \cdot U_{ян}$  происходит ослабление магнитного потока и двигатель разогается до максимальной скорости при сохранение контроля тока якоря. Характер переходного процесса во второй зоне будет определяться в основном инерционностью обмотки возбуждения. Если ОВ двигателя имеет малую инерционность, то разгон двигателя во второй зоне будет происходить при  $i_{я} = I_{отс} = \text{const}$ , как и первой зоне (рис 2).

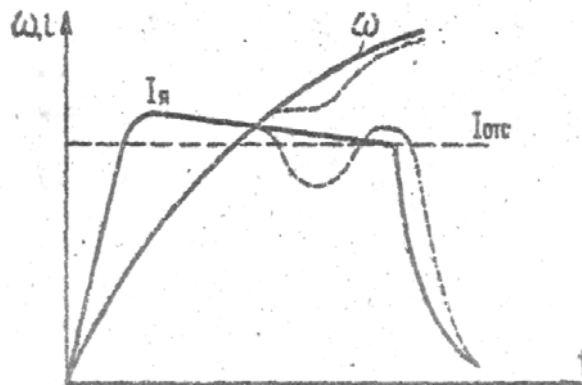


Рис. 2. Кривые переходного процесса при пуске двигателя с двухзонным регулированием скорости

Аналогичный характер переходного процесса будет иметь место и случае наличия запаса по напряжению в преобразователе якорной УПЯ, так как появляется возможность обеспечения форсировки. В случае отсутствия запаса по напряжению якоря, при медленном ослаблении магнитного потока возможно уменьшение темпа нарастания скорости, снижении тока и увеличение времени переходного процесса (штриховые линии на рис 2).

Для анализа установившегося и переходных процессов в двухзонном ЭП составим в общем случае исходные дифференциальные уравнения в операторной форме при условии безынерционных промежуточных усилителей и инерционных преобразователей.

$$U(p) = U_{\Sigma} zc(p) - \gamma \omega(p) - \beta_{отс} [i_a(p) - I_{отс}] R_{яц} 1(\Delta I) \quad (1)$$

$$U_y(p) = K_{y1} U_{\Sigma}(p) \quad (2)$$

$$E_{пя}(p)(T_{пя}p + 1) = U_{yя}(p) K_{пя} \quad (3)$$

$$E_{пя}(p) - C_e \Phi(p) \omega(p) = i_a(p) R_{яц}(T_{пя}p + 1) \quad (4)$$

$$C_m \Phi(p) i_a(p) - M_c = J p \omega(p) \quad (5)$$

$$U_{он}(p) = \alpha K_H U_d(p) = K_H [C_e \Phi(p) \omega(p) + i_a(p) R_d(T_{яд}p + 1)] \quad (6)$$

$$U_{дв}(p) = U_{он}(p) [U_{я}(p) - U_{ян}(p)] 1(\Delta U) \quad (7)$$

$$U_{ув}(p) = K_{y2} U_{вх}(p) \quad (8)$$

$$E_{пв}(p)(T_{пв}p + 1) = [U_{ув0} - K_{y2} U_{вх}(p)] K_{пв} \quad (9)$$

$$E_{пв}(p) = i_a(p) R_v + W \Phi(p) p \quad (10)$$

$$i_a(p) = K_v(\Phi) \Phi(p) \quad (11)$$

Приведённые выше уравнения (1)--- (11) характеризуют динамические режимы для якорной цепи и для цепи возбуждения двигателя.

На рис 3 приведена структурная схема двухзонного ЭП, составленная на основе функциональной схемы рис1.

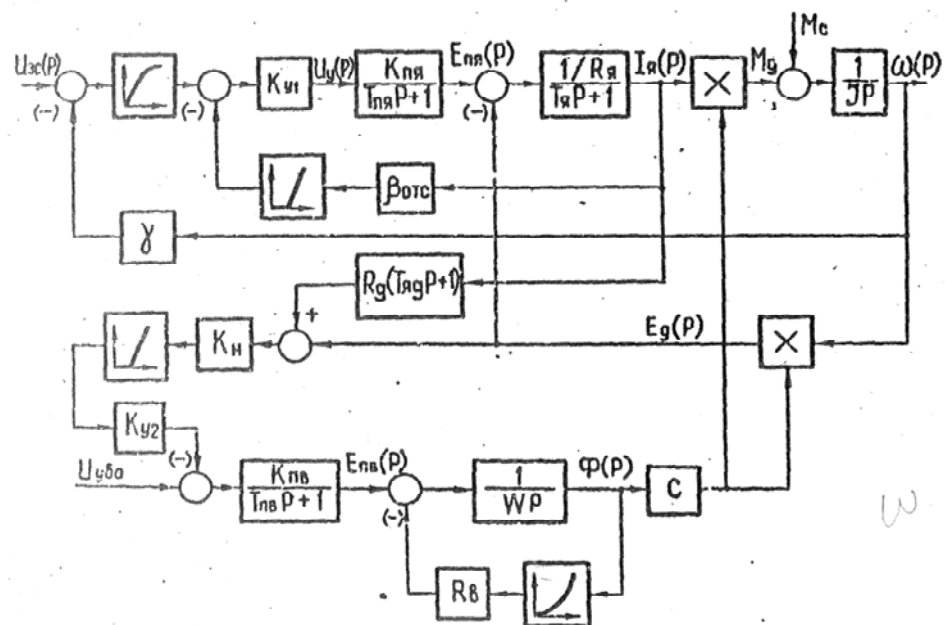


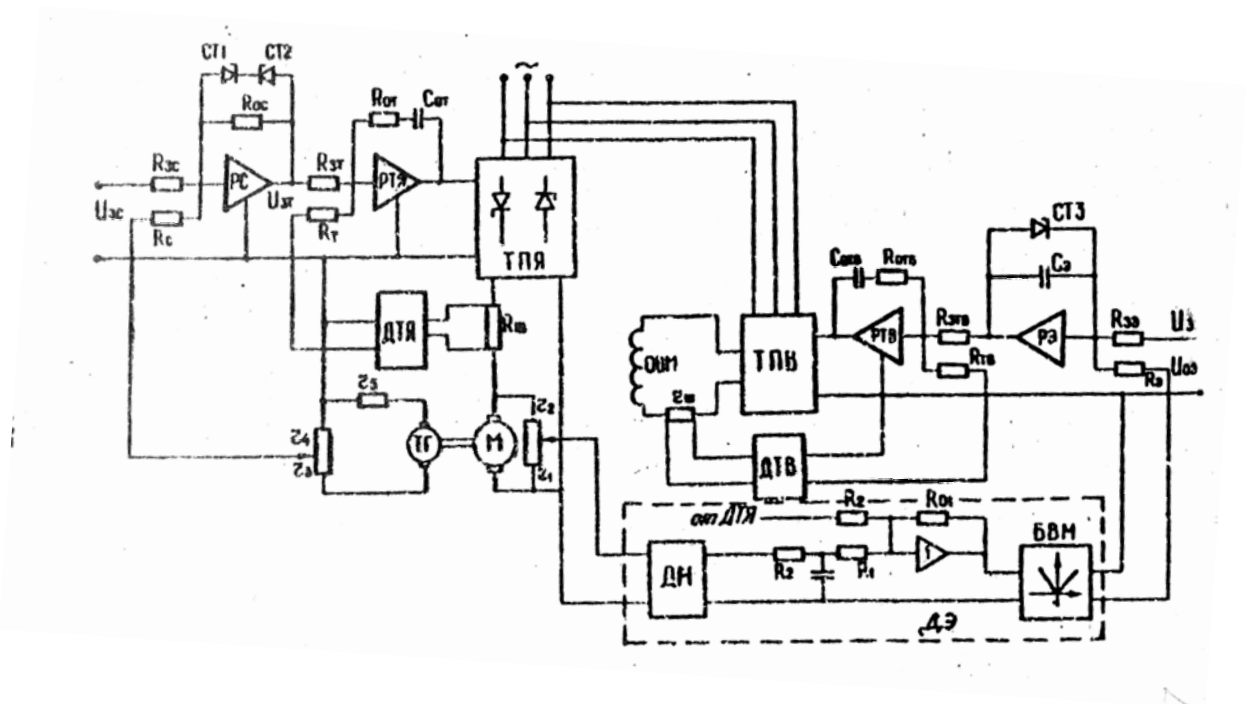
Рис. 3. Структурная схема двухзонного электропривода

Как видно из приведённых уравнений и структурной схемы при исследовании динамических режимов в двухзонном ЭП необходимо учитывать нелинейные зависимости и произведение двух переменных величин для

определения момента и противо эдс двигателя. В общем случае исследование динамических режимов в таких системах целесообразно производить с применением ЭВМ. Однако для предварительных исследований в малом может быть использована принцип линеаризации нелинейностей с целью использования более простых линейных методов синтеза для выбора корректирующих устройств. Для рассматриваемой системы могут быть применены последовательные и параллельные корректирующие устройства.

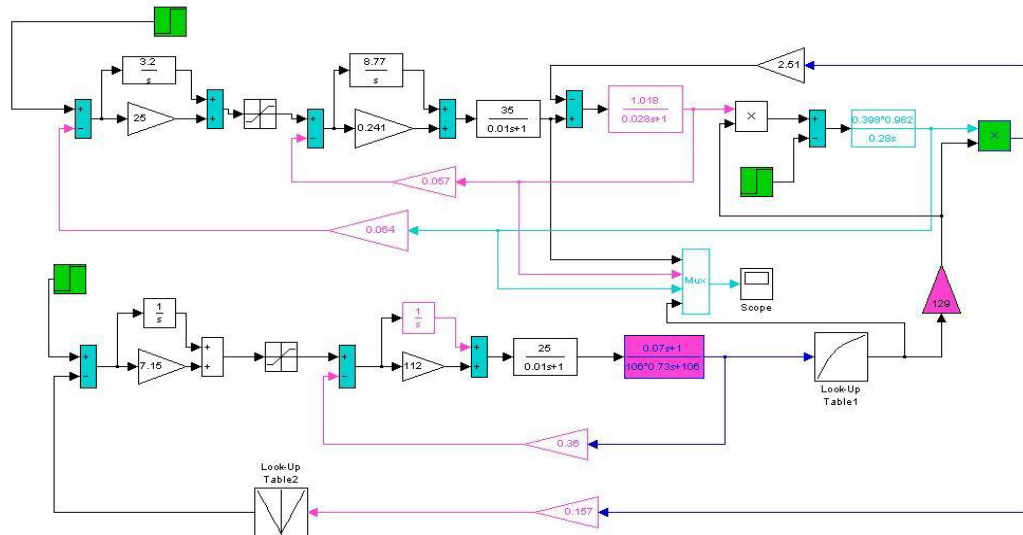
На рис.4 приведена функциональная схема двухзонного ЭП, с подчиненным регулированием координат. В качестве регулируемых координат в канале управления напряжения якоря является скорость и ток якоря двигателя, а в канале управления возбуждения – эдс и ток возбуждения двигателя. Канал управления напряжения якоря представляет собой двухконтурную систему регулирования скоростью с регулятором РС и подчиненным контуром регулирования тока якоря с РТЯ. Канала регулирования возбуждения также является двухконтурной системой регулирования эдс с РЭ и подчиненным контуром регулирования тока возбуждения с РТВ. Канал регулирования скорости двигателя за счет изменения напряжения на якоре полностью совпадает с системой ПР однозонного ЭП.

Ограничение тока якоря обеспечивается стабилитронами СТ1, СТ2, которые ограничивают входное напряжение регулятора РС. Напряжение пробоя стабилитронов СТ1 и СТ2 определяется по величине максимального тока якоря (Рис. 4.).

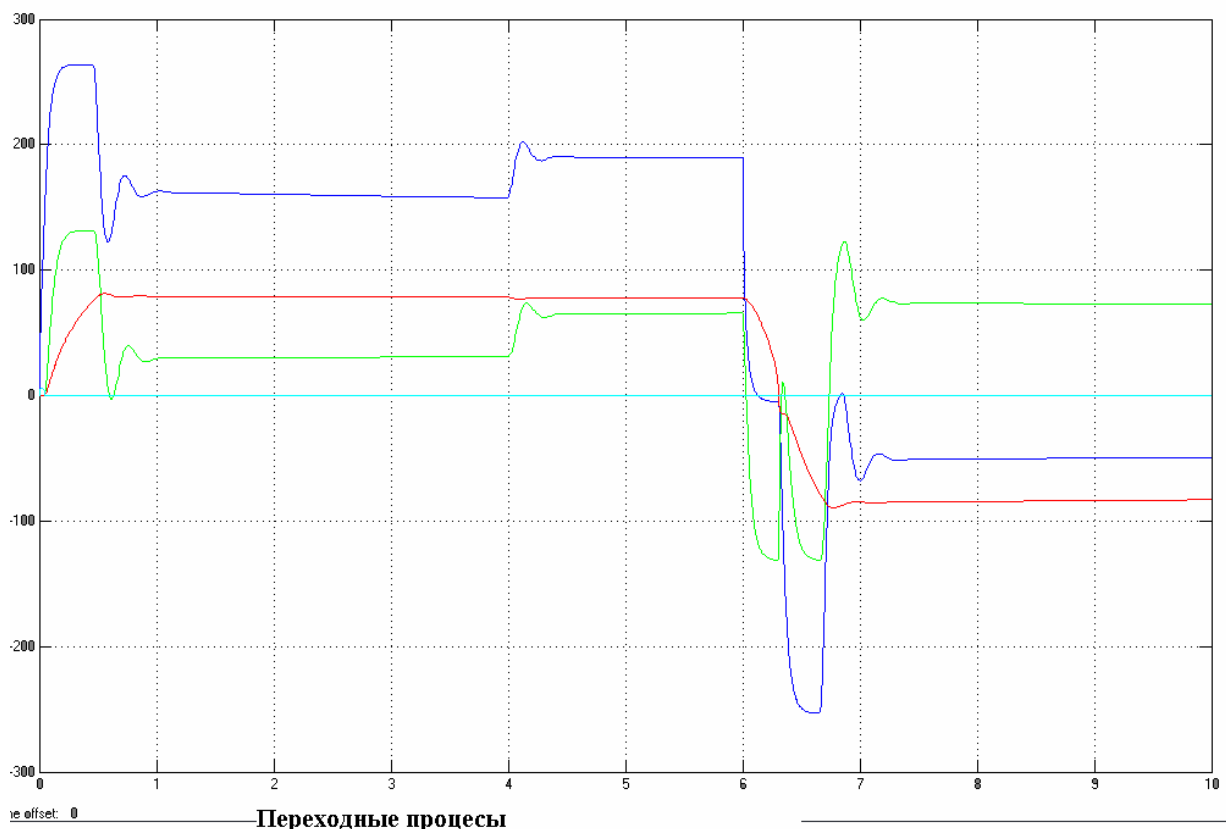


## Математическая модель системы с двухзонной регулировкой.

Математическая модель системы с двухзонной регулировкой была создана на основании структурной схемы. Математическая модель представлена на рис. 5. На рис.6. представлены кривые переходного процесса. Кривые показывают изменение скорости, тока и эдс преобразователя на первой зоне. Важно отметить, что данные кривые были строены при помощи программы Matlab 6.1 в среде Simulink.



Упрощенная математическая модель систем двухзонного регулирования





## Заключение

Система с двухзонным управлением скорости по способу расчета считается одним из сложных, но удобной при эксплуатации. Применение двухзонных систем управления является экономически целесообразным. В данной работе обсуждались общие вопросы систем с двухзонным управлением, особенности этой системы, приведены различные схемы описывающие данную систему. Математическая абстракция системы была проведена на основе структурной схемы и с использованием последней была составлена математическая модель. В математической модели кроме динамические звена которые описывают каждую элемент физического происхождения в динамике, были включены дополнительные нелинейные элементы основное назначение которых диктуется как бы более детальным отражением физических процессов происходящие в реальных системах. Хочу отметить, что задача которая решается сейчас нами не закончена, т.е. полученные результаты еще далеко от истины и надеюсь, что впрямь она найдет своё решение в полном объеме.

## Литература

1. Садыков Х.Р. Системы непрерывного управления электроприводов постоянного тока. Изд. Первая типография . Душанбе 1997г.
2. Справочник по автоматизированному электроприводу. Под ред. Елисеева В.А. и Шинянского А.В ---М: Энергоиздат, 1983. – 616с.
3. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление Электроприводами. Л: Энергоиздат, 1982. – 385с.