

4. Однокопылов И.Г., Однокопылов Г.И., Центнер Й., Дементьев Ю.Н., Образцов К.В. Живучесть асинхронных электроприводов вращательного и поступательного движения // Электричество. – 2012. – № 6. – С. 46а-51.
5. Букреев В.Г., Хохряков Б.Г., Смирнов А.О. Повышение работоспособности асинхронного электропривода с волновым редуктором при низких температурах окружающей среды // Известия вузов. Электромеханика / Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт) (ЮРГТУ (НПИ)). – 2013. – № 4. – С. 27-31.

Научный руководитель: И.Г. Однокопылов, к.т.н., доцент каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХЗОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

А.В. Брусов
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5АМ67

Двухзонное регулирование скорости электропривода применяется в производственных механизмах, у которых работа на скорости выше номинальной происходит с малым моментом сопротивления на валу и наоборот, на низкой скорости необходимо наиболее высокое (номинальное) значение момента [1]. Электропривод с двухзонным регулированием обеспечивает регулирование скорости ниже номинальной скорости (первая зона) посредством изменения напряжения на якоре при номинальном потоке возбуждения, а регулирование выше номинальной – путем изменения магнитного потока (вторая зона) при неизменном напряжении на якоре [2]. Область применения двухзонного электропривода постоянного тока: машиностроение, металлургия, стройиндустрия, целлюлозно-бумажная, горная, нефтяная и другие отрасли промышленности. Структурная схема системы подчиненного регулирования двухзонного электропривода представлена на рисунке 1 [3].

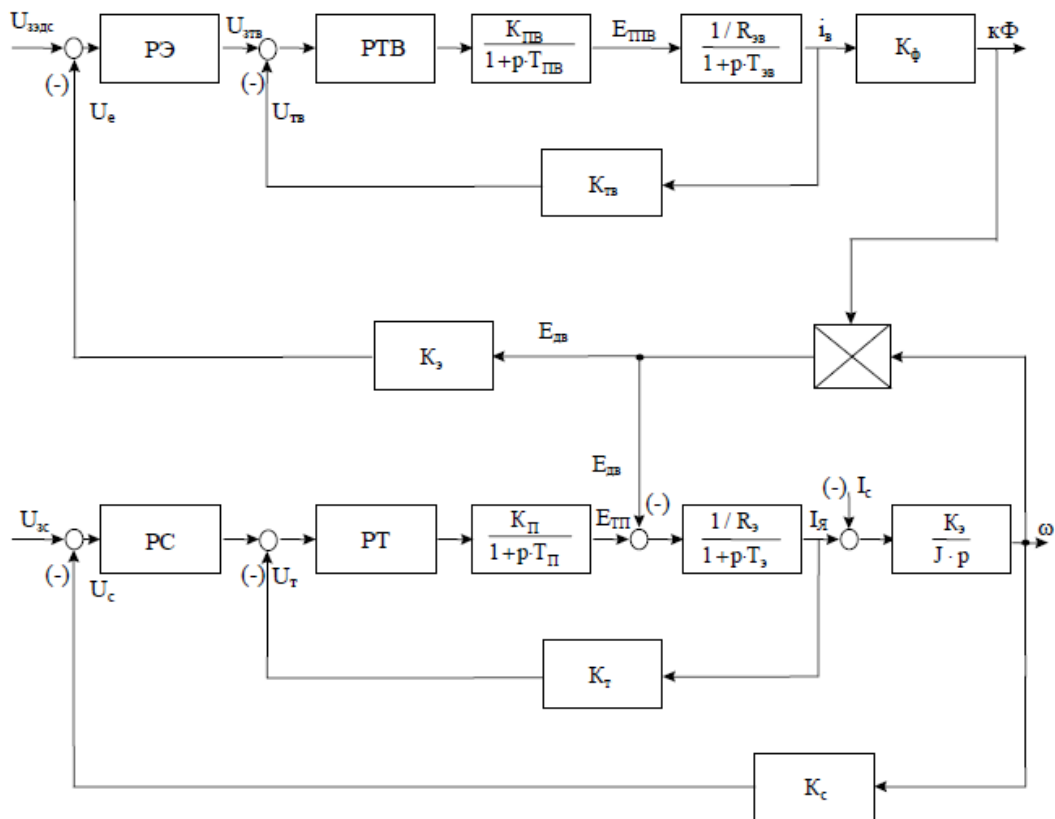


Рис. 1. Структурная схема двухзонного электропривода

В ходе выполнения работы был выполнен синтез структуры двухзонного электропривода постоянного тока и получены различные структуры регуляторов [4].

Синтез контура тока:

$$W_{РТ}(p) = \frac{(1+T_T \cdot p)(T_{\Sigma} \cdot p + 1)}{T_T \cdot p} \cdot \frac{T_T}{2 \cdot T_{П} \cdot K_{П} \cdot K_{\Sigma} \cdot K_T} \quad \text{– ПИД-регулятор;}$$

$$W_{РТ}(p) = \frac{p \cdot (T_{\Sigma} + T_T) + 1}{T_{\Sigma} + T_T \cdot p} \cdot \frac{T_{\Sigma} + T_T}{2 \cdot T_{П} \cdot K_{П} \cdot K_{\Sigma} \cdot K_T} \quad \text{– ПИ-регулятор.}$$

Синтез контура скорости:

$$W_{РС}(p) = \frac{J \cdot K_T}{2 \cdot T_{\mu C} \cdot K_C \cdot K_{ЭМ}} \cdot \frac{(1+T_C \cdot p)}{(1+T_T \cdot p)} \quad \text{– П-регулятор с фильтром;}$$

$$W_{РС}(p) = \frac{K_{П} \cdot (1+T_{РС} \cdot p)}{T_{РС} \cdot p} \cdot \frac{1+T_C \cdot p}{1+T_T \cdot p} \quad \text{– ПИ-регулятор с фильтром.}$$

Синтез контура тока возбуждения:

$$W_{РТВ}(p) = \frac{(1+T_{ПВ} \cdot p)(T_{ЭВ} \cdot p + 1)}{T_{ПВ} \cdot p} \cdot \frac{R_B}{T_{ПВ} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ТВ}} \quad \text{– ПИД-регулятор;}$$

$$W_{РТ}(p) = \frac{p \cdot (T_{ЭВ} + T_{ПВ}) + 1}{(T_{ЭВ} + T_{ПВ}) \cdot p} \cdot \frac{(T_{ЭВ} + T_{ПВ}) \cdot R_B}{2 \cdot T_{ПВ} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ТВ}} \quad \text{– ПИ-регулятор.}$$

Синтез контура ЭДС:

$$W_{РЭ}(p) = \frac{1}{p} \cdot \frac{1}{4 \cdot T_{\mu ТВ} \cdot K_{\Phi} \cdot K_{ОЭ} \cdot \omega_{\max}} \quad \text{– И-регулятор;}$$

$$W_{P\Omega}(p) = \frac{8 \cdot T_{\mu TB} \cdot p + 1}{8 \cdot T_{\mu TB} \cdot p} \cdot \frac{1}{T_{\mu TB} \cdot 4 \cdot K_{\Phi} \cdot K_{O\Omega} \cdot \omega_{\max}} - \text{ПИ-регулятор.}$$

Исследование динамических характеристик $\omega = f(t)$, $E_{\text{дв}} = f(t)$ и $\Phi = f(t)$ пуска проведено на имитационной модели в *MatLab (Simulink)* при линейризации кривой намагничивания, которая представлена на рисунке 2.

В ходе моделирования было выявлено что, наилучшие параметры переходного процесса двухзонный электропривод постоянного тока имеет при ПИ-регуляторе тока якоря, ПИ-регуляторе скорости с фильтром, ПИ-регуляторе ЭДС и ПИ-регуляторе тока возбуждения, на рисунке 3 представлены его динамические характеристики при его разгоне до максимальной скорости.

В первой зоне обеспечивается диапазон скоростей от 0 до ω_n и регулирование в этой зоне производится за счёт изменения напряжения на якоре двигателя, значение тока возбуждения остается постоянным, равным номинальному значению, поэтому поток, создаваемый обмоткой возбуждения, также остается постоянным и равным номинальному. Во второй зоне обеспечивается диапазон скоростей до ω_{\max} , что происходит за счёт ослабления потока возбуждения до значения, соответствующего установившемуся значению скорости, равно как и поток (пропорциональность определяется значением K_{Φ}).

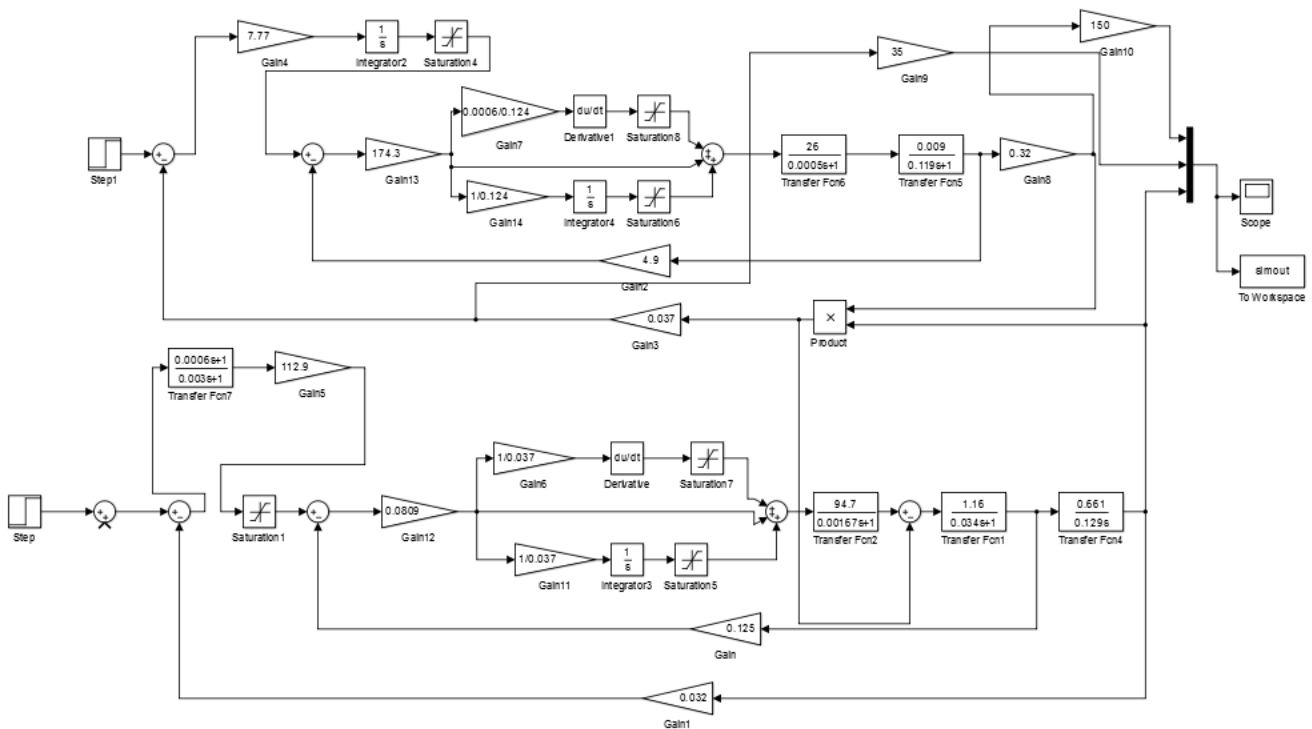


Рис. 2. Имитационная модель двухзонного электропривода постоянного тока при линейризации кривой намагничивания

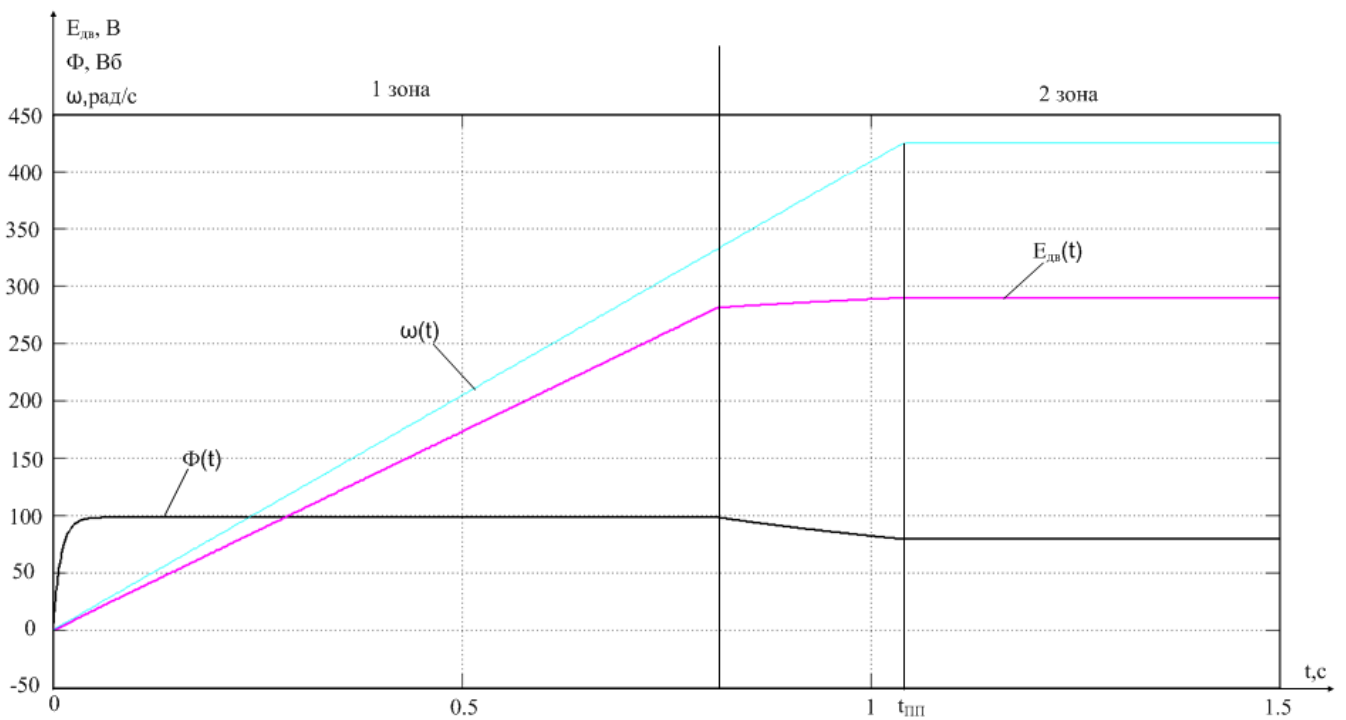


Рис. 3 Динамические характеристики электропривода при разгоне до максимальной скорости с использованием комбинации регуляторов ПИ-регуляторе тока якоря, ПИ-регуляторе скорости с фильтром, ПИ-регуляторе ЭДС и ПИ-регуляторе тока возбуждения.

Исследование динамических характеристик нелинейной системы двухзонного электропривода постоянного тока при различных структурах регуляторов с учетом кривой намагничивания двигателя проведено на имитационной модели двухзонного электропривода постоянного тока, которая выглядит аналогично модели (рис. 2). Отличием является замена блока линеаризации кривой намагничивания, на блок “*Lookup Table*” в котором реализована кривая намагничивания.

Анализ переходных характеристик показал, что с учетом кривой намагничивания, предпочтительней также является комбинация ПИ-регулятор тока якоря, ПИ-регулятор скорости с фильтром, ПИ-регулятор тока возбуждения и ПИ-регулятор ЭДС, при данной комбинации регуляторов электропривод имеет наилучшие параметры переходных процессов.

График переходного процесса скорости при учете кривой намагничивания не имеют отличий от графика переходного процесса скорости при учете линеаризации кривой намагничивания, из этого можно сделать вывод, что при моделировании двухзонного электропривода постоянного тока можно использовать линеаризацию кривой намагничивания.

ЛИТЕРАТУРА:

1. <http://refland.ru/15634-sistema-s-dvuhzonnyim-regulirovaniem-skorosti.html>
2. <http://www.dissercat.com/content/dvukhzonnyi-reversiruemyi-po-polyu-elektroprivod-glavnogo-dvizheniya-metallorzhushchikh-sta>

3. Алехин А. Е., Ляпушкин С. В. Лабораторный практикум по курсу «Системы управления электроприводами». ТПУ. — Томск: Изд-во ТПУ, 2004. — с. 98.
4. Л. С. Удут, О. П. Мальцева, Н. В. Кояин. Проектирование автоматизированных тиристорных электроприводов постоянного тока: учебное пособие по курсовому проектированию. ТПУ. — Томск: Изд-во ТПИ, 1991. — с. 104.

Научный руководитель: С.В. Ляпушкин, ст. преподаватель каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННОГО И ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Г.И. Однокопылов, И.А. Розаев, А.Д. Брагин, Е.П. Сенькив
Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭПЭО

Из теории построения технических систем следует, что свойством живучести присуще только для избыточных систем, а избыточность в технических системах реализуется через резервирование [1]. Для современного электропривода построенного на основе микропроцессорных и микроконтроллерных средств отдельные виды резервирования уже заложены в структуру электропривода и могут быть применены при активизации алгоритма восстановления работоспособности электропривода при выявленных в результате программного мониторинга отказов в реальном времени. Для трехфазного асинхронного электропривода выполненного по схеме со связанными фазами (с зависимым протеканием фазных токов) при отказе в одной из фаз реализация отказоустойчивого управления предполагает выполнение условия по восстановлению кругового вращающегося поля и переключению структуры электропривода по схеме токового питания с независимым протеканием фазных токов в двух оставшихся фазах двигателя. Круговое вращающееся магнитное поле для двухфазного режима трехфазного асинхронного электропривода с произвольно сдвинутыми в пространстве двумя обмотками возможно при условии:

$$\begin{aligned} \delta + \beta &= \pi; \\ F_{AM} &= F_{CM}, \quad (1) \end{aligned}$$

где: F_{AM} , F_{CM} — амплитуды магнитодвижущих сил; δ — пространственный угол сдвига обмоток, $\delta = 2\pi/3$; β — временной угол сдвига токов в обмотках, $\beta = \pi/3$. Наличие регуляторов тока в системе управления электропривода обеспечивает: $F_{AM} = F_{CM}$. [2,4]

Выполнение условия (1) предполагает активизацию алгоритма восстановления с изменением фазового сдвига векторов токов в двух оставшихся фазах на угол $\pi/3$ с сохранением равенства амплитудных значений токов. В этом случае поле после аварии из пульсирующего становится круговым и при увеличе-