



момента.

1.5. Автоматическое регулирование момента в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту и положительной обратной связью по скорости. Уравнение статической характеристики. Критическая положительная связь по скорости. Механические характеристики в такой системе.

Анализ динамических свойств (точности, колебательности) электропривода по системе УП–Д с автоматическим регулированием момента.

1.6. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д. Статические механические характеристики электропривода с ПИ-регулятором момента. Динамические свойства контура при настройке на технический оптимум.

Анализ статических и динамических ошибок регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции. Влияние внутренней обратной связи по скорости на динамические характеристики электропривода.

1.7. Расчет параметров унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д.

Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Уравнения динамической и статической механических характеристик. Статические характеристики и динамические свойства при различных коэффициентах обратной связи по скорости.

1.8. Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по моменту.

Свойства электропривода по системе УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. Статические характеристики электропривода при двухконтурной системе регулирования.

1.9. Ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Графики переходных процессов.

Расчет параметров контура регулирования скорости в двухконтурной системе ТП–Д.

1.10. Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости в системе УП–Д на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости.

Особенности управления асинхронным электроприводом по системе ПЧ–АД. Схема замещения и статические характеристики асинхронного двигателя при различных законах регулирования:  $\frac{U_R}{f_1}; \frac{U_\mu}{f_1}; \frac{U_S}{f_1}; \frac{U_1}{f_1} = \text{const}$  и  $|\overline{I_1}| = \text{const}$ .

1.11. Регулирование момента электропривода постоянного тока в системе источник тока – двигатель (ИТ–Д). Механические характеристики при индуктивно-емкостном источнике тока.

Регулирование скорости электропривода постоянного тока в системе (ИТ–Д) с обратной связью по скорости или напряжению на якоре, механические характеристики. Использование последовательной коррекции для регулирования тока возбуждения двигателя.

1.12. Реостатное регулирование момента и скорости электроприводов постоянного и переменного тока в разомкнутой системе. Ступенчатый пуск при поддержании постоянства среднего значения пускового момента двигателя. Реостатное регулирование скорости и его показатели.

Автоматическое регулирование координат асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Принципы построения замкнутых систем электропривода. Обратные связи для стабилизации скорости электропривода.

1.13. Расчет статических механических характеристик асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока

ротора в замкнутой системе.

Динамические свойства замкнутых систем асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Расчет переходных процессов.

1.14. Точное позиционирование. Влияние отклонения параметров на точность позиционирования. Пути уменьшения ошибки позиционирования.

Автоматическое регулирование положения (пути) по отклонению. Трехконтурная система УП–Д для регулирования положения. Определение передаточной функции регулятора положения.

1.15. Переходные процессы при точной остановке и отработке дозированных перемещений позиционным электроприводом с пропорциональным регулятором положения. Регулятор положения с параболической характеристикой.

Понятие о следящем электроприводе. Ошибки следящего электропривода и пути их уменьшения.

1.16 Особенности многодвигательных электроприводов. Двухдвигательный электропривод с механической связью между двигателями. Способы выравнивания нагрузки двигателей. Использование двухдвигательного электропривода для получения специальных механических характеристик.

Многодвигательный асинхронный электропривод с общим импульсным регулятором в роторной цепи. Особенности работы электропривода при отсутствии и наличии механической связи.

1.17. Статические характеристики двухдвигательного асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Переходные процессы в нём.

Многодвигательный электропривод по системе электрического вала. Разновидности систем электрического вала: с уравнительными машинами, с преобразователем частоты и машинами двойного питания, с общим реостатом. Порядок пуска рассмотренных систем. Сравнительные достоинства и недостатки различных систем электрического вала.

Лабораторные работы:

2.1. «Статические характеристики двигателя постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения в системе электропривода с различными обратными связями».

2.2. «Исследование системы стабилизации координат в тиристорном электроприводе постоянного тока с суммирующим усилителем».

2.3. «Исследование систем стабилизации координат электропривода с источником тока». 2.4. Исследование систем стабилизации координат асинхронного электропривода с тиристорным регулятором напряжения».

Практические занятия:

3.1. Определить параметры контура регулирования тока (момента) в системе ТП-Д при настройке на технический оптимум и оценить точность регулирования момента. Рассчитать с помощью математической модели без учета ( $\omega=0$ ) и с учетом внутренней обратной связи по скорости (ЭДС) двигателя графики  $\omega(t)$  и  $M(t)$  при пуске вхолостую; графики  $\omega(t)$ ,  $M(t)$  и динамическую механическую характеристику  $\omega(M)$  при пуске двигателя под нагрузкой с  $M_c=M_n$  и стопорении под действием  $M_c=1,25M_{стоп}$ . Сделать сравнительный анализ полученных результатов.

3.2. Дополнить систему регулирования момента, рассчитанную в предыдущей задаче, контуром регулирования скорости, настроенным на технический оптимум; рассчитать параметры регулятора скорости; рассчитать и построить механическую характеристику, проходя-

щую через точку  $[M_c; \omega_c]$ ; определить ошибку в регулировании момента в процессе пуска двигателя при задании  $u_{z\text{макс}}$  скачком, а также необходимое значение ЭДС преобразователя и вторичного напряжения трансформатора. Рассчитать с помощью математической модели переходный процесс пуска с задатчиком интенсивности.

3.3. Определить параметры каналов регулирования электромагнитного момента и потокосцепления ротора, построенных по подчиненному двухконтурному принципу в соответствии с «классической» системой векторного управления Transvektor (структура рис.3.24). Систему управления синтезировать для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором 4A132M2У3. Настройку регуляторов системы осуществить на модульный оптимум.

3.4. Рассчитать и построить механические характеристики асинхронного электропривода с импульсным регулятором в роторной цепи в разомкнутой системе при  $R_{\text{доб}}=0$  и в замкнутой системе с обратной связью по скольжению.

3.5. Рассчитать и построить графики переходных процессов  $M(t)$  и  $\omega(t)$  асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора для пуска под нагрузкой, а также для наброса и сброса нагрузки при работе на естественной характеристике.

3.6. Дополнить систему регулирования скорости, рассчитанную в задании 2, контуром регулирования положения; рассчитать параметры регулятора положения, определить допустимое значение начальной скорости и путь торможения при оптимальной настройке регулятора положения. Рассчитать с помощью математической модели переходный процесс торможения при регуляторе положения с коэффициентом  $k_{\text{рпо}}$ .

3.7. Рассчитать статические характеристики двухдвигательного асинхронного электропривода с общим импульсным регулятором в роторной цепи при отсутствии механической связи между ними, исходя из схемы замещения по цепи выпрямленного тока ротора (рис.6.9).

3.8. Рассчитать параметры модели двухдвигательного асинхронного электропривода с общим импульсным регулятором при наличии механической связи с упругостью и зазором между двигателями, исходя из схемы замещения по цепи выпрямленного тока ротора.

Расчетно-графическая работа

«Расчёт и моделирование электропривода с подчинённым регулированием координат».

Год начала подготовки (по учебному плану)

2026

Образовательный стандарт (СУОС)

от 20.12.2023