

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

- 1 Исходные данные
- 2 Структурная схема
- 3 Настройка КРТ по правилу технического оптимума
- 4 Настройка КРС по правилу симметричного оптимума
- 5 Настройка КРТ в VisSim
- 6 Настройка КРС в VisSim
- 7 Построение и анализ переходных процессов САУ в VisSim
- 8 Построение механических характеристик

Заключение

Библиографический список

ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных проблем металлорежущих станков и других производственных машин является регулирование скорости.

Продолжительное время эти проблемы решали механическим путем: применяли коробки скоростей в приводе главного движения и коробки подач с перемещаемыми блоками шестерен в сочетании с нерегулируемым ЭД. Но у этого метода есть несколько существенных недостатков: ограниченное число ступеней переключения, трудоемкость изготовления, невозможность автоматизации процесса регулирования скорости.

Чаще всего, регулирование скорости осуществляется электрическим методом. Использование регулируемого электропривода позволяет изменять скорость перемещения исполнительного органа станка в соответствии с управляющим воздействием, вырабатываемым системой программного управления. Регулирование производится независимо от сил сопротивления, которые действуют на электромеханическую систему привода.

Целью данной работы является освоение методики анализа и синтеза замкнутых электроприводов преобразователь-двигатель с использованием аппроксимированных ЛАЧХ.

Исходными данными к курсовому проекту являются паспортные данные двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Результатом работы является устойчивая, построенная на максимальное быстродействие замкнутая система электропривода с двумя контурами:

1. Внутренний контур регулирования тока (КРТ).
2. Внешний контур регулирования скорости (КРС).

Каждый контур имеет по одному регулятору. Соответственно регулятор тока (РТ) и регулятор скорости (РС). В качестве регулятора выбираются изодромные звенья. (ПИ – регулятор).

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Согласно варианту задания на курсовую работу имеем следующие паспортные данные двигателя постоянного тока независимого возбуждения (Таблица 1)

Таблица 1 - Исходные данные двигателя

Наименование	Значение
Тип	П22
Мощность P_n , кВт	0,3
Напряжение на якоре U_n , в	220
Номинальный ток якоря I_n , А	1,95
Угловая скорость вала номинальная n_n об/мин	750
Сопротивление якорной цепи $R_{ян}$, Ом	14,3
Момент инерции якоря J , кг·м ²	0,052
Число полюсов $2p$	2

Кроме того, известны параметры тиристорного преобразователя:

- постоянная времени преобразователя $T_n=0,01$ с;
- время чистого запаздывания тиристорного преобразователя (его системы импульсно-фазового управления) $\tau = 0,0033$ с.

При расчете параметров звеньев двигателя будем округлять полученные значения:

$T_{я}$ (постоянная времени якорной цепи) будем рассчитывать с точностью до одной сотой доли секунды,

T_d (механическая постоянная времени двигателя) – до одной десятой доли секунды,

$K_{я}$ (коэффициент тока короткого замыкания якорной цепи) – до целого значения.

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30} = 78,5 \text{ рад/с} - \text{номинальная скорость двигателя в рад/с;}$$

$$T_{я} = \frac{L_{я}}{R_{я}} = \frac{0,86}{14,3} = 0,06 \text{ с} - \text{постоянная времени якорной цепи;}$$

$$L_{я} = \frac{0,6 \cdot U_{ян}}{p \cdot \omega_n \cdot I_{ян}} = \frac{0,6 \cdot 220}{1 \cdot 78,5 \cdot 1,95} = 0,86 \text{ Гн} - \text{индуктивность обмотки якоря;}$$

$$K_{я} = \frac{U_{я}}{R_{я} \cdot I_{ян}} = \frac{220}{14,3 \cdot 1,95} = 8 - \text{коэффициент тока к.з. якорной цепи;}$$

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n} = \frac{300}{78,5} = 3,8 \text{ Н·м} - \text{номинальный момент двигателя;}$$

$$K_{Фн} = \frac{U_{ян} - I_{ян} R_{я}}{\omega_n} = \frac{220 - 1,95 \cdot 14,3}{78,5} = 2,45 - \text{коэффициент магнитного потока;}$$

$$\omega_{он} = \frac{U_{ян}}{K_{Фн}} = \frac{220}{2,45} = 89,8 \text{ рад/с} - \text{скорость идеального холостого хода;}$$

$$T_d = J \frac{\omega_{он}}{M_n} = \frac{0,052 \cdot 89,8}{3,8} = 1,2 \text{ с} - \text{механическая постоянная времени}$$

двигателя.

						Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Составляем стандартную схему подчиненного регулирования электропривода:

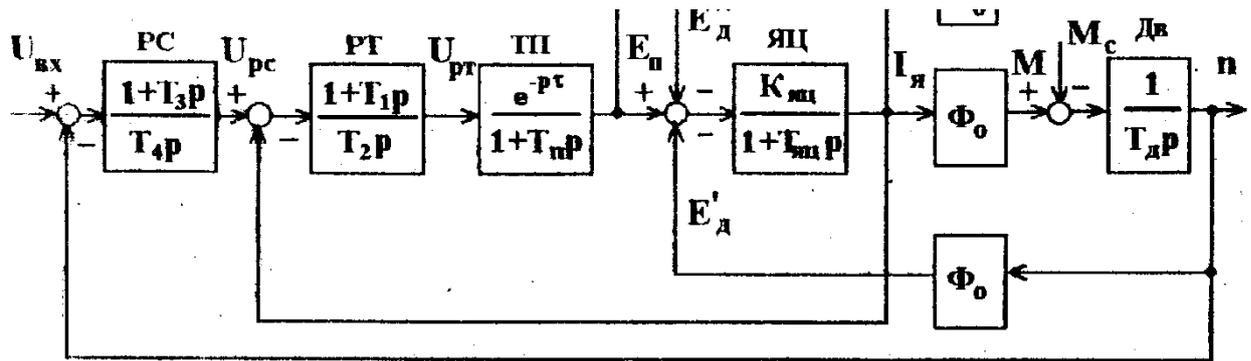


Рисунок 1 – Структурная схема подчиненной САУ двигателя

Здесь приведены следующие звенья:

- РС – регулятор скорости;
- РТ – регулятор тока;
- ТП – тиристорный преобразователь;
- ЯЦ – якорная цепь двигателя;
- ДВ – механическая часть двигателя;

А также указаны следующие переменные:

- $U_{вх}$ – входное напряжение САУ (напряжение задания скорости);
- $U_{рс}$ – напряжение на выходе регулятора скорости;
- $U_{рт}$ – напряжение на выходе регулятора тока;
- $E_{п}$ – ЭДС преобразователя (выходное напряжение);
- $E_{д}$ – противо-ЭДС двигателя;
- $I_{я}$ – ток якоря;
- M – момент двигателя;
- $M_{с}$ – момент нагрузки;
- n – скорость двигателя.

3 Настройка контура регулирования тока

По рассчитанным параметрам двигателя составляем структурную схему двигателя (Рис. 2).

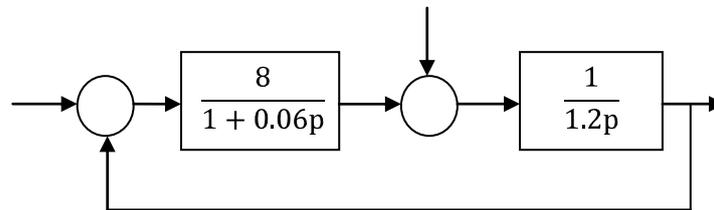


Рисунок 2 – Структурная схема якорной цепи двигателя

Далее делаем упрощение исходной структурной схемы, для чего упрощаем ее. Упрощение заключается в том, что звено чистого запаздывания заменяется инерционным звеном: $e^{-p\tau} \approx \frac{1}{1+\tau p}$, а тиристорный преобразователь на структурной схеме представляется в виде последовательного соединения двух звеньев: $\frac{1}{1+\tau p} \cdot \frac{1}{1+T_{пp}}$

Предварительную настройку делают по упрощенной схеме:

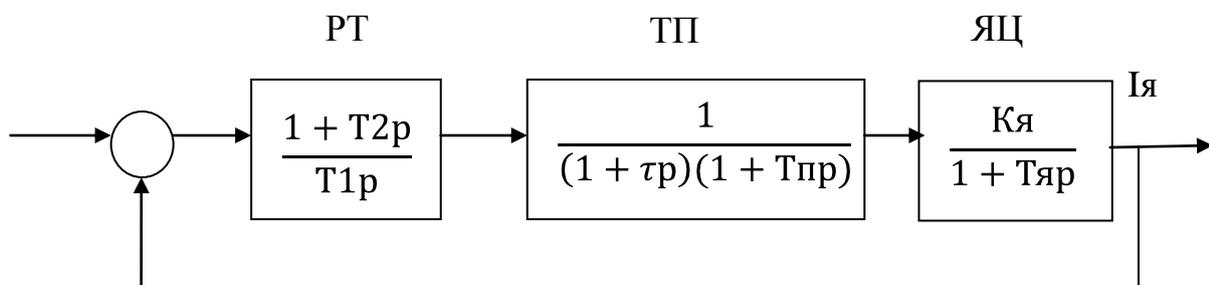


Рисунок 3 – Упрощенная структурная схема контура регулирования тока

Приблизительно параметры регулятора тока вычисляются по правилу технического оптимума:

$$T2 = Tя$$

$T_{рт} = (2 \dots 4)(T_{п} + \tau)$ – постоянная времени контура регулирования тока.

$$T1 = Kя \cdot T_{рт} \quad T_{рт} = 2 \cdot (T_{п} + \tau) = 2 \cdot (0,01 + 0,0033) = 0,03$$

$$T1 = 8 \cdot 0,03 = 0,24 \quad T2 = Tя = 0,06 \quad k = \frac{T2}{T1} = \frac{0,06}{0,24} = 0,25$$

						Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 Настройка контура регулирования скорости.

Параметры регулятора скорости определяются по упрощенной структурной схеме по правилу симметричного оптимума. Для этого сначала упрощают структурную схему к следующему виду:

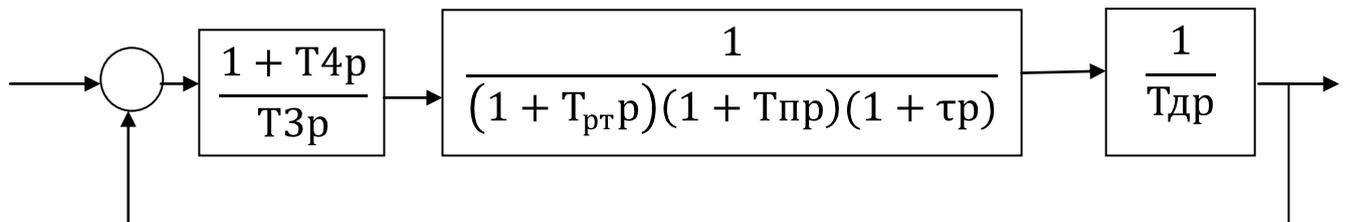


Рисунок 4 – Структурная схема контура регулирования скорости

$T_{рс} \approx (2 \dots 4)(T_{рт} + T_{п} + \tau)$ – вспомогательная постоянная времени контура регулирования скорости.

$$T_{рс} = (2 \dots 4)(0,03 + 0,01 + 0,0033) = 0,14 \text{ с}$$

$K_{рс} \approx \frac{T_{д}}{T_{рс}}$ - коэффициент регулятора скорости

$$K_{рс} = \frac{1,2}{0,14} = 8,6$$

$$\omega_{сопр} = \frac{1}{T_4} = \frac{\omega_c}{2 \dots 4} = \frac{1}{(2 \dots 4)T_{рс}} \quad \omega_{сопр} = \frac{1}{2 \cdot 0,14} = 2 \text{ рад/с}$$

$$T_4 = 0,5 \text{ с}$$

$$T_3 = \frac{T_4}{K_{рс}} = 0,06 \text{ с}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

5 Настройка контура регулирования тока с помощью программы Vissim

Используя программу Vissim, подбираем параметры регулятора тока, используя исходную структурную схему регулирования тока.

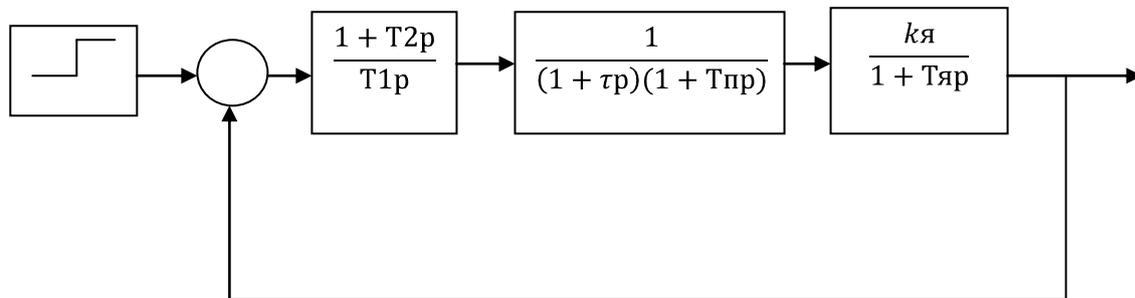


Рисунок 5 – Структурная схема контура регулирования тока

Для проверки устойчивости системы (контура регулирования тока) воспользуемся критерием Найквиста – построим логарифмические амплитудные (ЛАЧХ) и фазовые (ЛФЧХ) характеристики разомкнутого контура тока

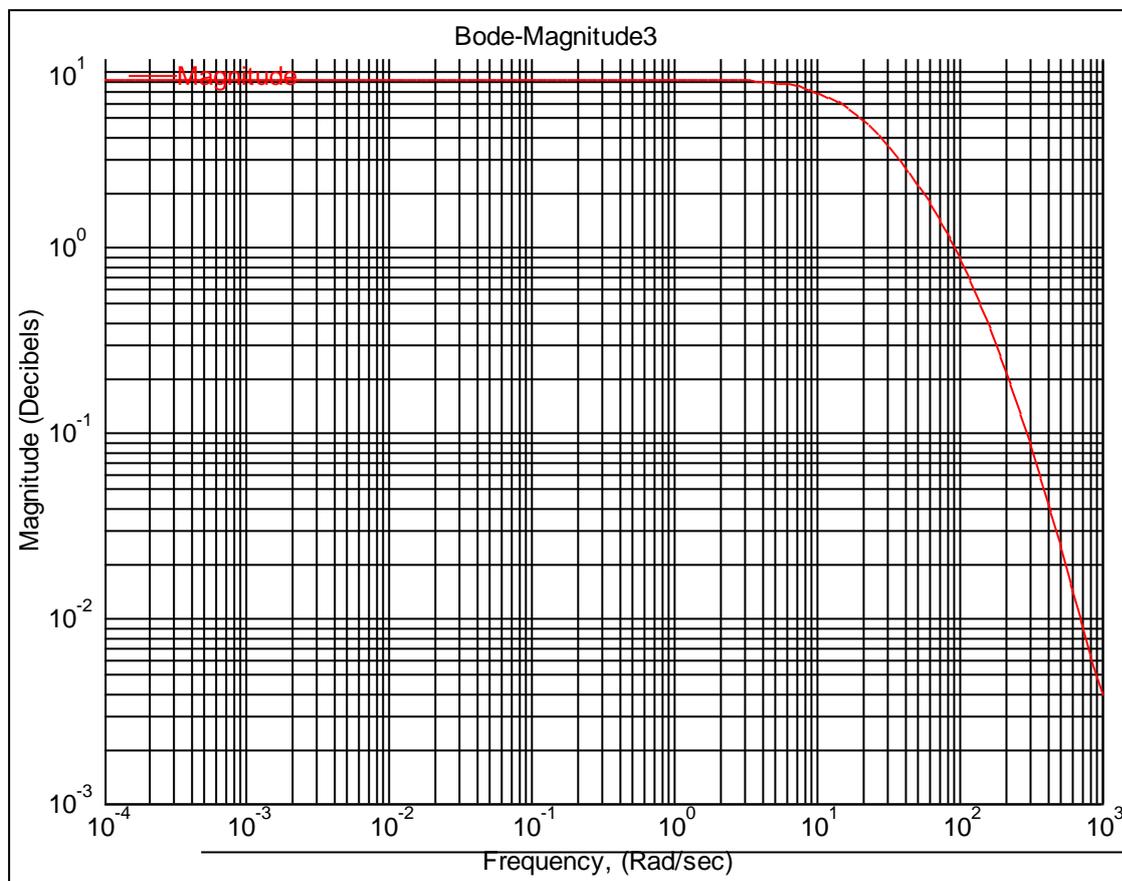


Рисунок 6 – ЛАЧХ контура регулирования тока

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

По Рис. 6 определяем частоту среза контура регулирования тока – точка пересечения характеристики с осью X (на уровне равном 10^0).

Частота среза $\omega_{ср} = 96$ рад/с.

По ЛФЧХ (Рис. 7) определяем запас по фазе $\Delta\varphi = 42^\circ$

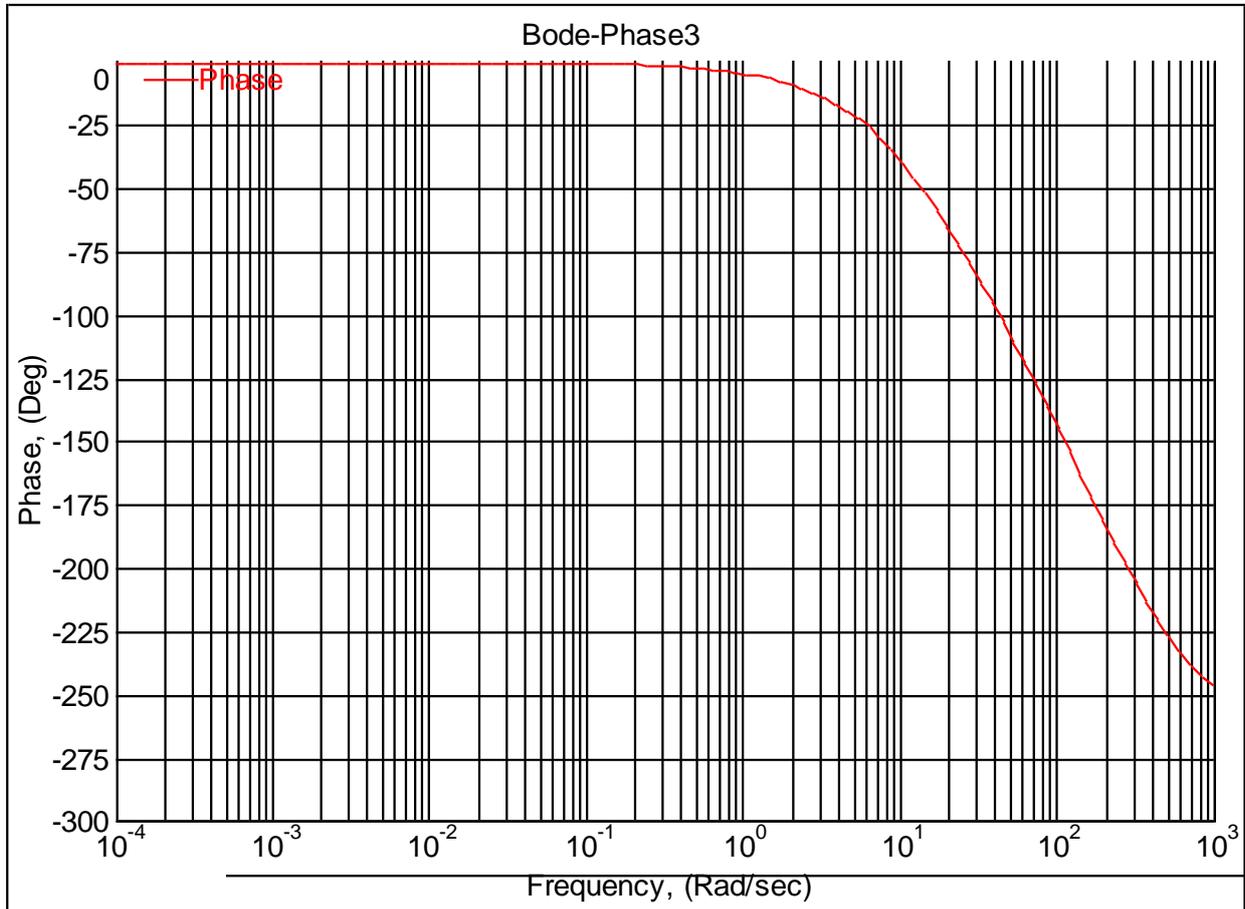


Рисунок 7 – ЛФЧХ контура регулирования тока

Далее строим переходный процесс контура регулирования тока (Рис. 8) и определяем его показатели качества:

- 1 Перерегулирование $\sigma = \frac{h_{\max} - h_{уст}}{h_{уст}} \sigma = 41\%$
- 2 Время максимума – время, когда функция достигает максимального значения $t_{\max} = 0,1$ с
- 3 Время переходного процесса $t_{пер.пр.} = 2$ с
- 4 Установившееся значение $H_{уст} = 1$
- 5 Число колебаний – 2
- 6 Период колебаний $T = 0,2$
- 7 Ошибка в статике $\Delta c = 1 - H_{уст} = 0$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

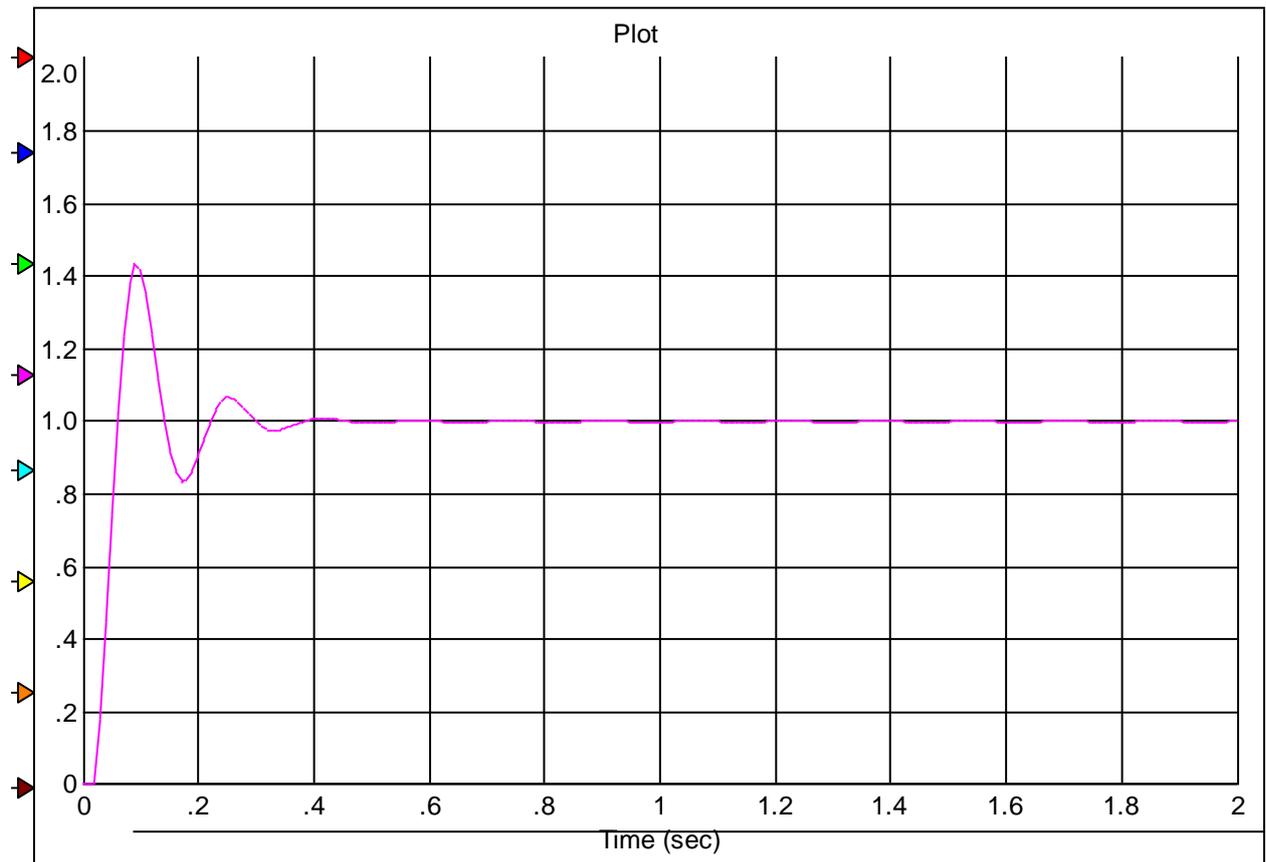


Рисунок 8 – Переходный процесс в контуре регулирования тока

6 Настройка контура регулирования скорости с помощью программы Vissim.

С помощью программы Vissim, подбираем параметры регулятора скорости, используя исходную структурную схему контура регулирования скорости.

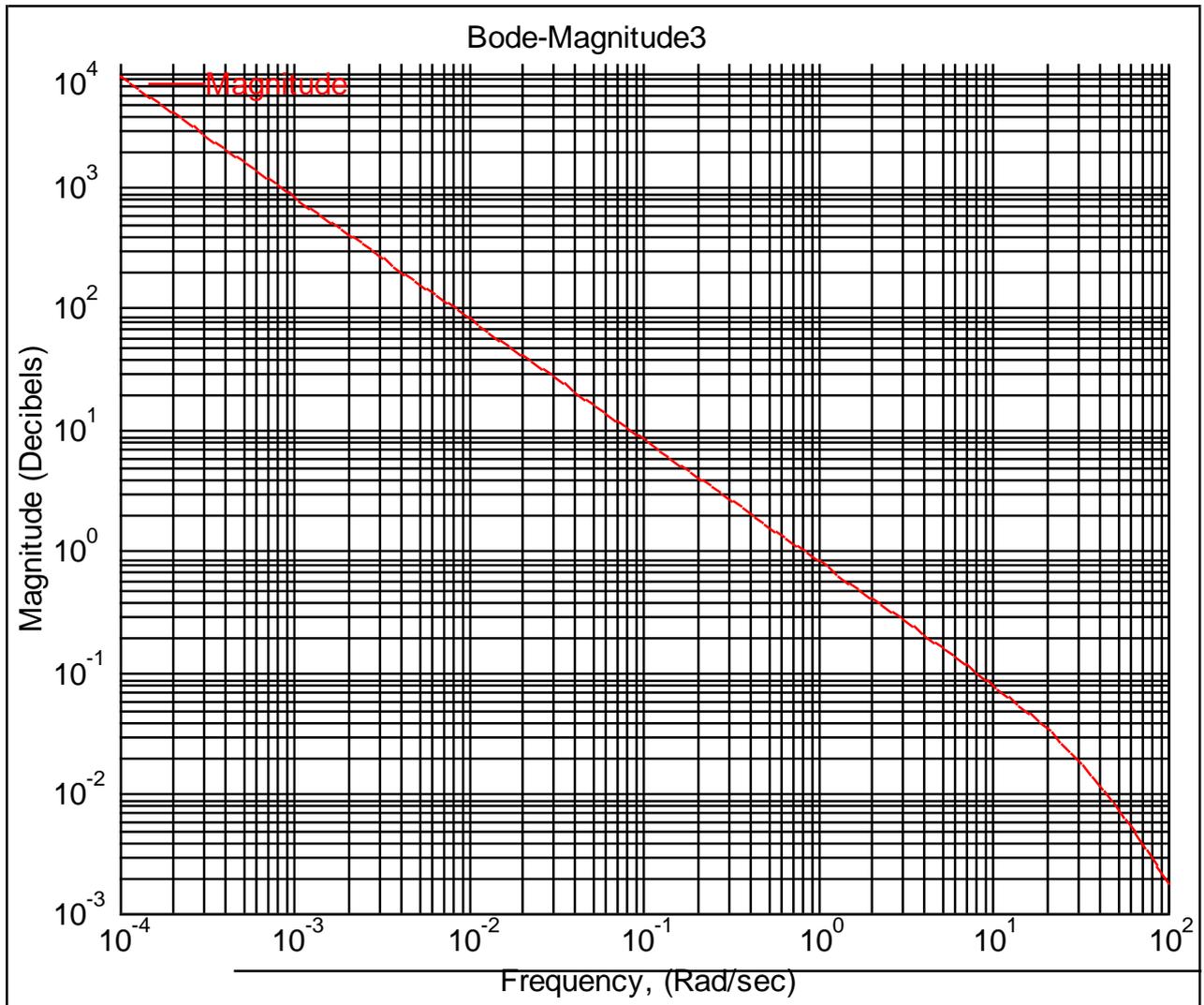


Рисунок 9 – ЛАЧХ контура регулирования скорости

По Рис. 9 определяем частоту среза контура регулирования скорости $\omega_{ср} = 0,8$ рад/с.

По Рис. 10 (ЛФЧХ) определяем запас по фазе $\Delta\varphi = 90^\circ$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

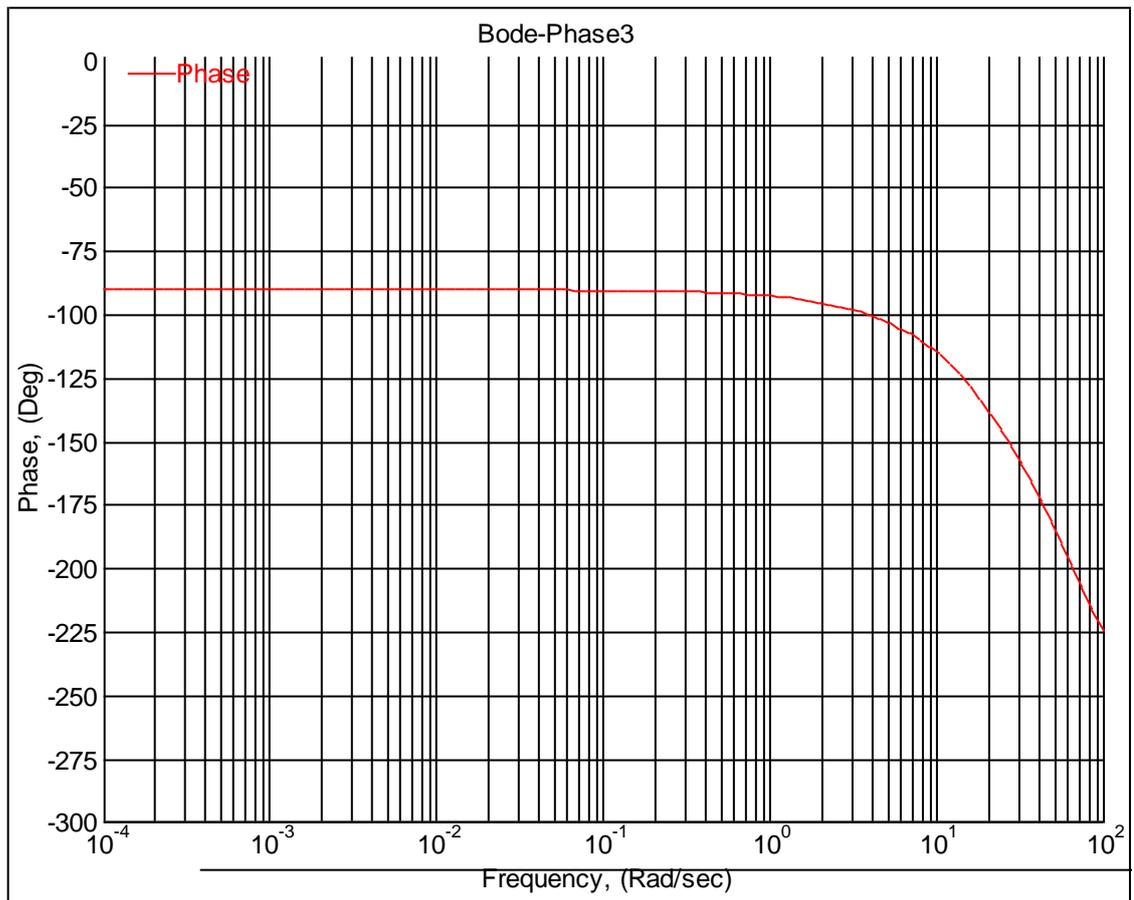


Рисунок 10 – ЛФЧХ контура регулирования скорости

Далее строим переходный процесс в контуре скорости (Рис. 11) и определяем его показатели качества

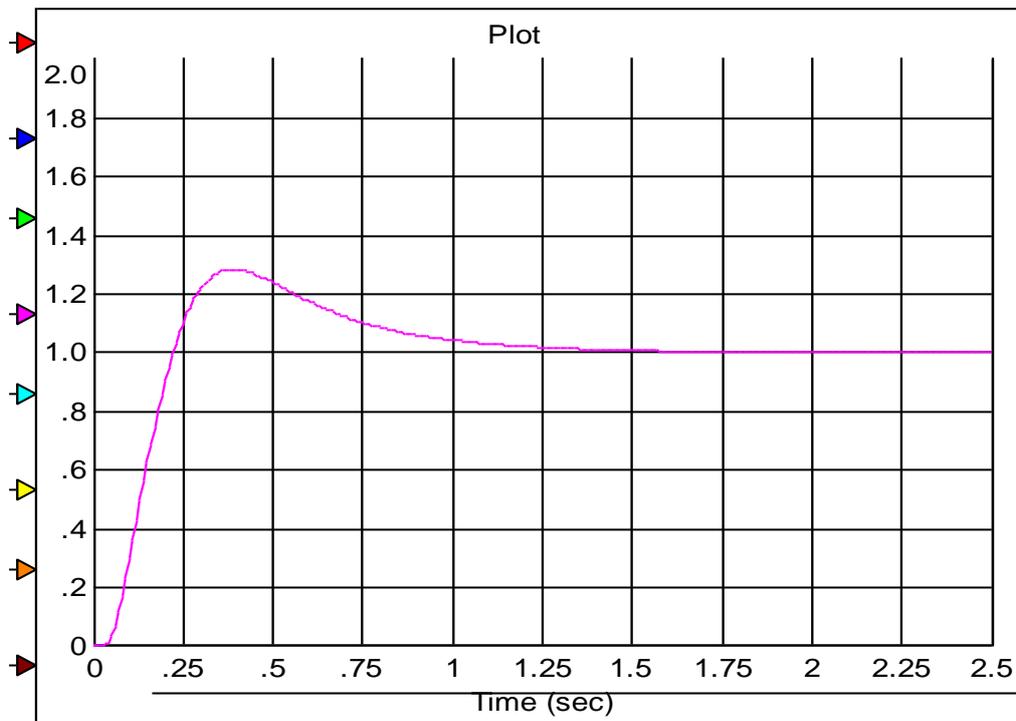


Рисунок 11 – Переходный процесс контура регулирования скорости

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	12

Показатели качества переходного процесса КРС:

1. Перерегулирование $\sigma = \frac{h_{\max} - h_{\text{уст}}}{h_{\text{уст}}}$ $\sigma=30\%$
2. Время максимума – время, когда функция достигает максимального значения $t_{\max}=0,4$ с
3. Время переходного процесса $t_{\text{пер.пр.}}=2,5$ с
4. Установившееся значение $H_{\text{уст}}=1$
5. Число колебаний – 1
6. Ошибка в статике $\Delta c=1 - H_{\text{уст}}=0$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

7 Исследование переходного процесса наброса нагрузки

В программе Vissim составляем исходную структурную схему электропривода (Рис. 12).

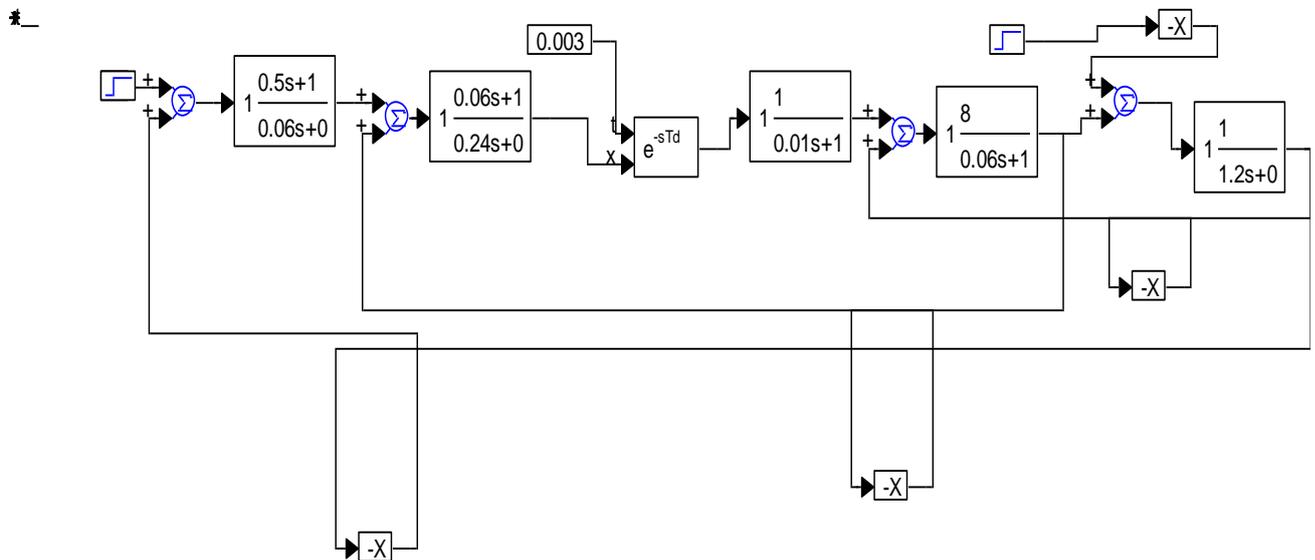


Рисунок 12 – Исходная структурная схема электропривода

Затем подаем на вход системы единичное воздействие и наблюдаем за переходным процессом пуска. После того, как он закончится и система достигнет установившегося значения (скорости холостого хода), подаем скачок (наброс) момента статической нагрузки и наблюдаем за вторым переходным процессом.

Проведя анализ обоих процессов, записываем в таблицу показатели качества.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

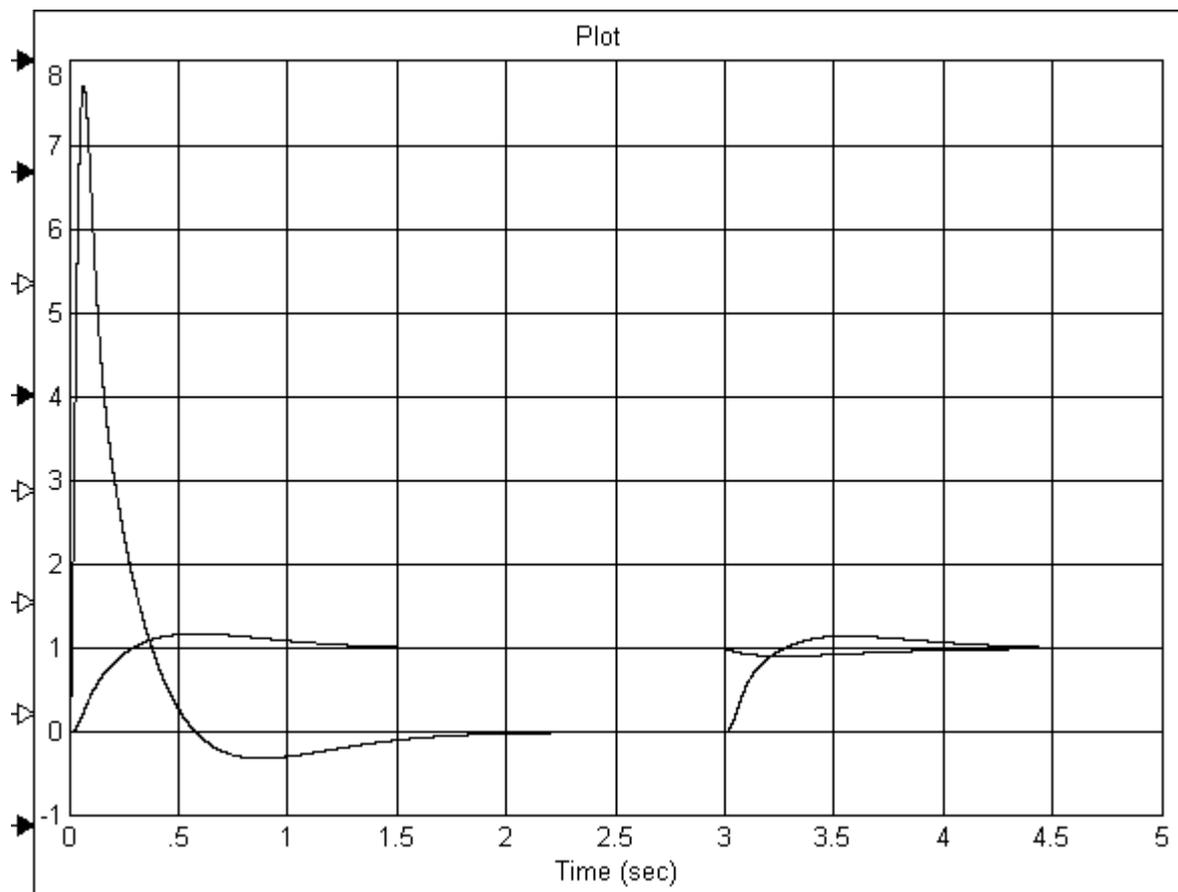


Рисунок 12 – Переходный процесс пуска и наброса нагрузки

Таблица 2 – Показатели качества при пуске и набросе нагрузки

Изменение скорости при пуске	$\sigma = 20\%$	$t_{\text{пер.пр.}} = 1,5\text{с}$	$H_{\text{уст}} = 1$	$\Delta c = 0$
Изменение скорости при набросе нагрузки	$\sigma = 0\%$	$t_{\text{пер.пр.}} = 1,5\text{с}$	$H_{\text{уст}} = 1$	$\Delta c = 0$
Изменение тока при пуске	$\sigma = 0\%$	$t_{\text{пер.пр.}} = 2,25\text{с}$	$H_{\text{уст}} = 0$	$\Delta c = 1$
Изменение тока при набросе нагрузки	$\sigma = 20\%$	$t_{\text{пер.пр.}} = 1,4\text{с}$	$H_{\text{уст}} = 1$	$\Delta c = 0$

8 Механические характеристики двигателя

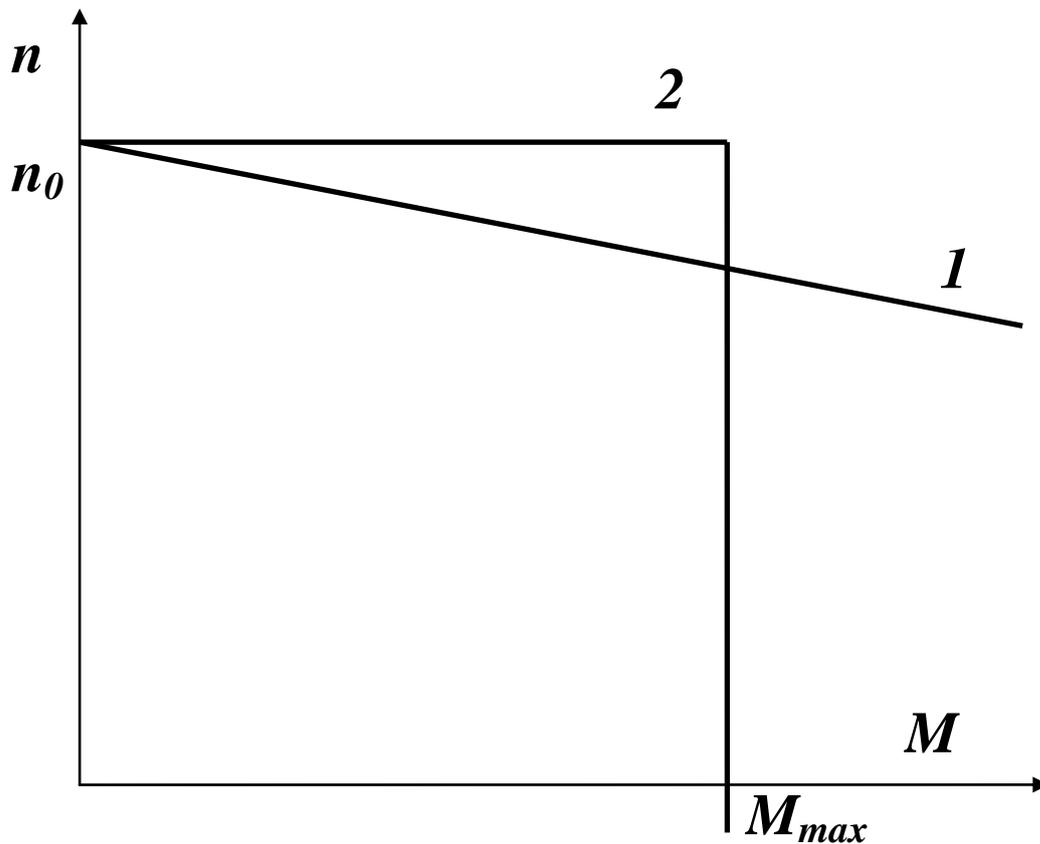


Рисунок 13 – Механические характеристики

1. Механическая характеристика двигателя для разомкнутой системы
2. Механическая характеристика двигателя для замкнутой системы.

В разомкнутых системах точность и диапазон регулирования скорости не высокие, в замкнутых системах этот недостаток устраняется. В замкнутой системе автоматически компенсируется воздействие возмущающих факторов, и угловая скорость или момент двигателя могут с большой точностью поддерживаться на требуемом уровне.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной курсовой работе с помощью логарифмических амплитудно-частотных и фазово-частотных характеристик мы определили, что система имеет достаточный запас по фазе. Частота среза контура тока больше, чем частота среза контура скорости. Переходный процесс скорости имеет небольшое перерегулирование, при набросе нагрузки восстановление происходит за 1,5 с. Перерегулирование переходного процесса тока составляет 20%, при набросе нагрузки восстановление и перерегулирование невелики.

Метод технического оптимума позволяет произвести точную настройку электропривода с заданными параметрами, причем запасы по фазе и характеристики переходных процессов соответствуют критериям устойчивости.

						<i>Лист</i>
						17
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Усынин Ю.С. Системы управления электроприводов: Учеб. пособие. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001.
2. Усынин Ю.С. и др. Системы управления электроприводов: Учеб. пособие к курсовому проектированию/Ю.С. Усынин, О.И. Осипов, В.П. Мацин; под редакцией Ю.С. Усынина. – Челябинск: ЧГТУ, 1996.

						Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		