

## **Введение**

В настоящее время энергетическую основу производства составляет электрический привод, технический уровень которого определяет эффективность функционирования технологического оборудования.

Улучшение технологических параметров оборудования в современном промышленном производстве и энергетике в значительной мере связано с автоматизацией и применением новых технологий.

На тепловых электрических станциях имеются резервы экономии электроэнергии. Экономия возможна за счет уменьшения потребления электроэнергии на собственные нужды. Основными потребителями энергии на станции являются электроприводы собственных нужд: тягодутьевые механизмы, насосы, системы подачи угля и пылеприготовления.

Обеспечение оптимальных технологических режимов работы может быть достигнуто плавно регулируемым электроприводом шнекового питателя. Здесь возможно применение электропривода, как постоянного тока, так и переменного. Но асинхронный двигатель по сравнению с двигателем постоянного тока при одной и той же мощности и номинальных оборотах гораздо легче, момент инерции его ротора меньше, а стоимость намного ниже.

Асинхронный двигатель более надежен в эксплуатации по сравнению с двигателем постоянного тока, который имеет коллектор. Коллектор ограничивает применение двигателя постоянного тока в запыленных помещениях. Возрастают также и затраты, связанные с обслуживанием электродвигателя постоянного тока по сравнению с асинхронным. В настоящее время, успехи в области силовой преобразовательной техники, позволили создать надежные и доступные преобразователи частоты для асинхронных двигателей.

Частотное регулирование скорости позволяет осуществлять плавное регулирование в широком диапазоне, как в первой, так и во второй зоне

регулирования. При этом двигатель имеет большую перегрузочную способность с высокой жесткостью регулировочных характеристик. В силу отмеченных высоких показателей частотный способ находит всё более широкое применение. На различных производствах, система преобразователь частоты – асинхронный двигатель, является одним из возможных способов создания бездатчикового регулируемого электропривода.

## 1. Общие сведения

### 1.1. Конструкция питателя пыли

Питатель пыли (ПП)- устройство для равномерной и регулируемой подачи угольной пыли из бункеров к топке. Подачу регулируют изменением частоты вращения ПП. Оборудование включает в себя шесть основных специализированных частей: двигатель привода, соединяющую муфту, предохраняющую муфту, редуктор червячного типа, для приема угля, есть бункер с затвором, дозатор подаваемой пыли. Общий вид и продольный разрез питателя пыли приведен на рисунке 1.1.

Размельченное сырье проходит через множество частей в четкой последовательности.

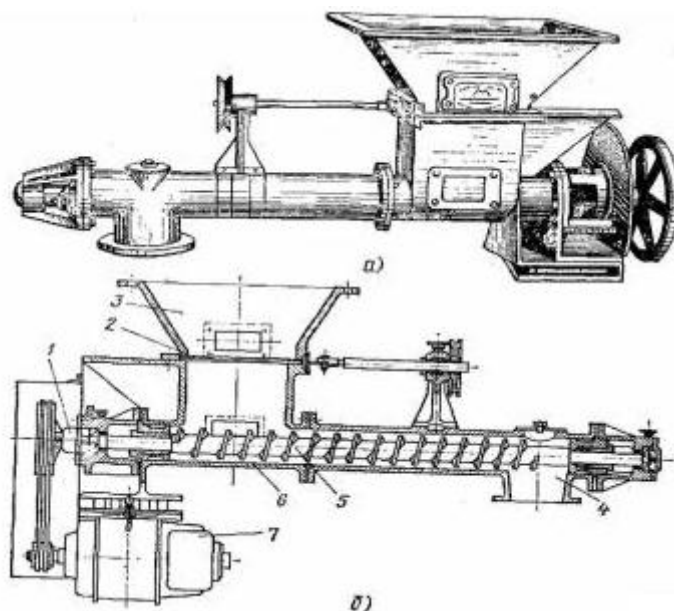


Рисунок.1.1. Шнековый питатель пыли

### 1.2 Система пылеприготовления

Питатель пыли относится к вспомогательному оборудованию приготовления пыли на тепловых электростанциях (ТЭС). Приготовление угольной пыли из кускового топлива производится в системе специальных устройств, в которых последовательно осуществляются первоначальное грубое дробление на куски размером в несколько десятков миллиметров, сушка и, наконец, его размол до пылевидного состояния.

## 2. Выбор электрооборудования

### 2.1 Описание электропривода питателя пыли

Шнековый питатель пыли [1] относится к группе механизмов длительного режима работы с постоянной нагрузкой и небольшим диапазоном регулирования скорости. Для целей модернизации существующих нерегулируемых асинхронных или регулируемых постоянного тока электроприводов шнековых питателей целесообразно применение частотно-регулируемого асинхронного электропривода. При этом необходимо обеспечить повышенный пусковой момент, плавность протекания пуско-тормозных режимов.

### 2.2 Выбор электродвигателя

В качестве электропривода шнекового питателя применён частотно-регулируемый электропривод с асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором типа АИР80В2.



Рисунок 2.1 Асинхронный электродвигатель АИР80В2

Паспортные данные электродвигателя АИР80В2:

$P_n = 2,2$  кВт – номинальная мощность двигателя;

$U_{1n} = 380$  В – номинальное линейное напряжение;

$U_{1\phi} = 220$  В – фазное напряжение;

$n_0 = 3000$  об/мин - синхронная частота вращения;

$s_n = 5$  % – номинальное скольжение двигателя;

$\eta_n=0,83$  – КПД в режиме номинальной мощности (100 %-я нагрузка);

$\cos\varphi_n=0,87$  – коэффициент мощности;

$k_i = \frac{I_n}{I_n} = 7$  о.е. – кратность пускового тока;

$k_n = \frac{M_n}{M_n} = 2$  о.е. – кратность пускового момента;

$k_{max} = \frac{M_k}{M_n} = 2,2$  о.е. – кратность максимального момента;

$J_{дв}=0,0021$  кг·м<sup>2</sup> – динамический момент инерции.

### 2.3 Выбор преобразователя частоты

Исходя из требований к электроприводу питателя, выбираем преобразователь частоты VLT2830 фирмы “Danfoss”

| В соответствии с международными стандартами                                         |                                      | Тип                  | 2830 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|------|
|  | Выходной ток<br>(3 x 380-480 В)      | $I_{inv.} [A]$       | 7.0  |
|                                                                                     |                                      | $I_{max} (60 c) [A]$ | 11.2 |
|                                                                                     | Выходная мощность<br>(400 В)         | $S_{inv.} [kVA]$     | 4.8  |
|                                                                                     | Типовая выходная<br>мощность на валу | $P_{M,N} [кВт]$      | 3.0  |
|                                                                                     | Типовая выходная<br>мощность на валу | $P_{M,N} [л.с.]$     | 4.0  |
|                                                                                     | Макс. сечение кабеля<br>двигателя    | $[мм^2/AWG] ^1)$     | 4/10 |

Рисунок 2.2 – Технические характеристики преобразователя



Рисунок 2.3 – Преобразователь частоты Danfoss VLT 2830

Danfoss VLT2800 это компактные преобразователи частоты общепромышленного назначения для управления асинхронными электродвигателями переменного тока мощностью до 18, 5 кВт.

*Преимущества:*

- Скалярное управление с компенсацией скольжения
- Настраиваемая  $U/f$  характеристика для специальных режимов двигателя
- Регулирование скорости без датчика скорости (sensorless)
- Автоматический пропуск 2-х резонансных частот
- ПИД-контроллер процесса
- Выходная частота: 0-1000 Гц
- Векторное и скалярное управление двигателем
- Пусковой момент (постоянный момент) Максимум 160% в течение 60 сек
- функции защиты двигателя
- Функции точной остановки с компенсацией скорости
- Точный останов
- Автоматическая подстройка двигателя
- Максимальная длина неэкранированного моторного кабеля 75 м
- 1 аналоговый вход 0 – 10 В по напряжению или 0 – 20 мА по току (масштабируемый);
- 1 аналоговый вход 0–20 мА по току (масштабируемый);
- Встроенный источник питания 24V/10V для датчиков/логики
- 1 реле ~240 В переменное, 2 А;
- 1 аналоговый выход 0–20 мА по току;
- 5 программируемых цифровых входов;
- Частота импульсного входа 4 – 67600 Гц;

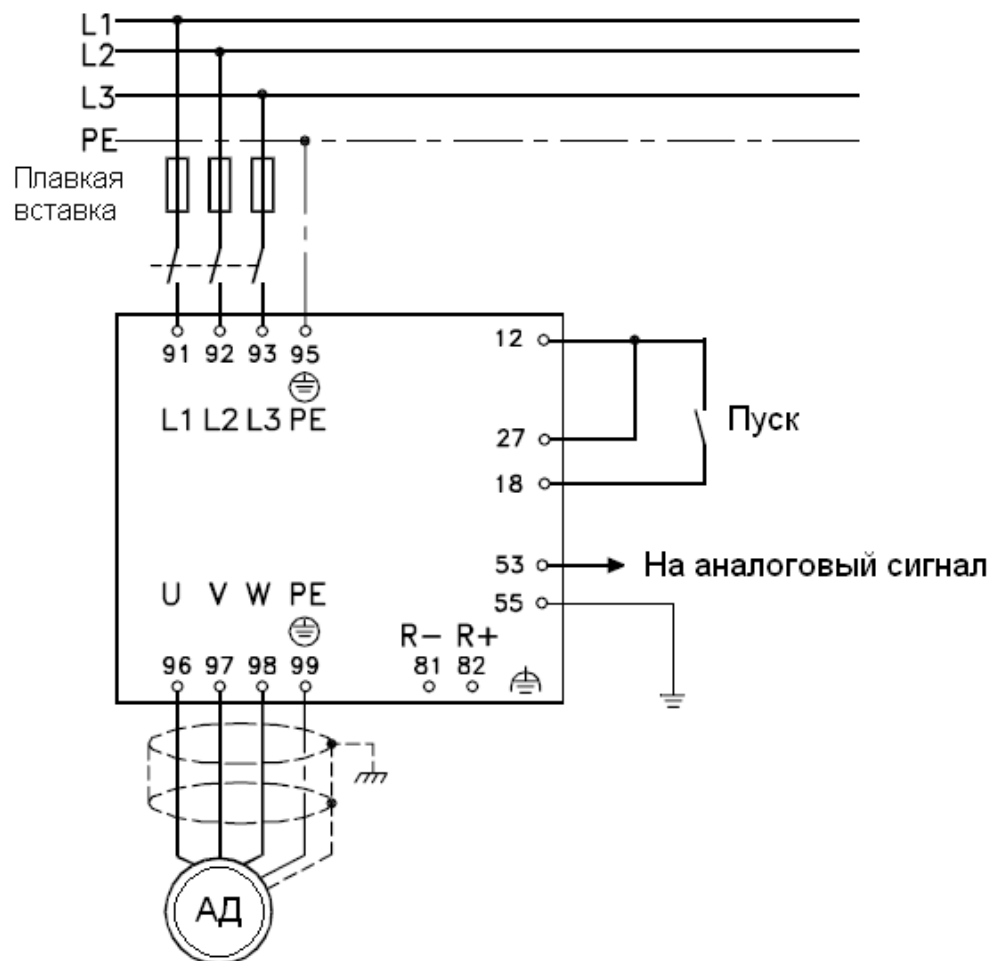


Рисунок 2.4 - Схема подключения преобразователя частоты

## 2.4 Определение дополнительных параметров двигателя и параметров схемы замещения

Таблица 2.1 – Параметры схемы замещения электродвигателя

| $R_1$ , Ом | $X_{1\delta}$ , Ом | $L_{1\delta}$ , Гн | $X_\mu$ , Ом | $L_\mu$ , Гн | $R_2'$ , Ом | $X_{2\delta}'$ , Ом | $L_{2\delta}'$ , Гн | $X_{кн}$ , Ом |
|------------|--------------------|--------------------|--------------|--------------|-------------|---------------------|---------------------|---------------|
| 2,642      | 4,527              | 0,014              | 83,11        | 0,265        | 2,547       | 6,028               | 0,019               | 10,779        |

## 2.5 Расчет естественных характеристик $\omega = f(I)$ , $\omega = f(M)$ регулируемого электропривода

Для построения естественной механической характеристики двигателя определим критический момент машины в двигательном режиме:

$$M_K = \frac{m \cdot U_{1\phi}^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot C_1 \cdot \left[ R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_{KH}^2} \right]} =$$

$$= \frac{3 \cdot 220^2}{2 \cdot 314 \cdot 1,037 \cdot \left[ 2,642 + \sqrt{2,642^2 + 10,779^2} \right]} = 16,227 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Задаваясь диапазоном скольжения от 1 до 0, строим механическую характеристику асинхронного двигателя по формуле Клосса:

$$M(s) = \frac{2 \cdot M_K \cdot (1 + a \cdot s_K)}{\frac{s_K}{s} + \frac{s}{s_K} + 2 \cdot a \cdot s_K},$$

где

$$a = \frac{R_1}{R'_2} = \frac{2,642}{2,547} = 1,037.$$

Значения по оси скорости рассчитываются по выражению:

$$\omega(s) = \omega_0 \cdot (1 - s).$$

Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя представлена на рисунке 2.6.

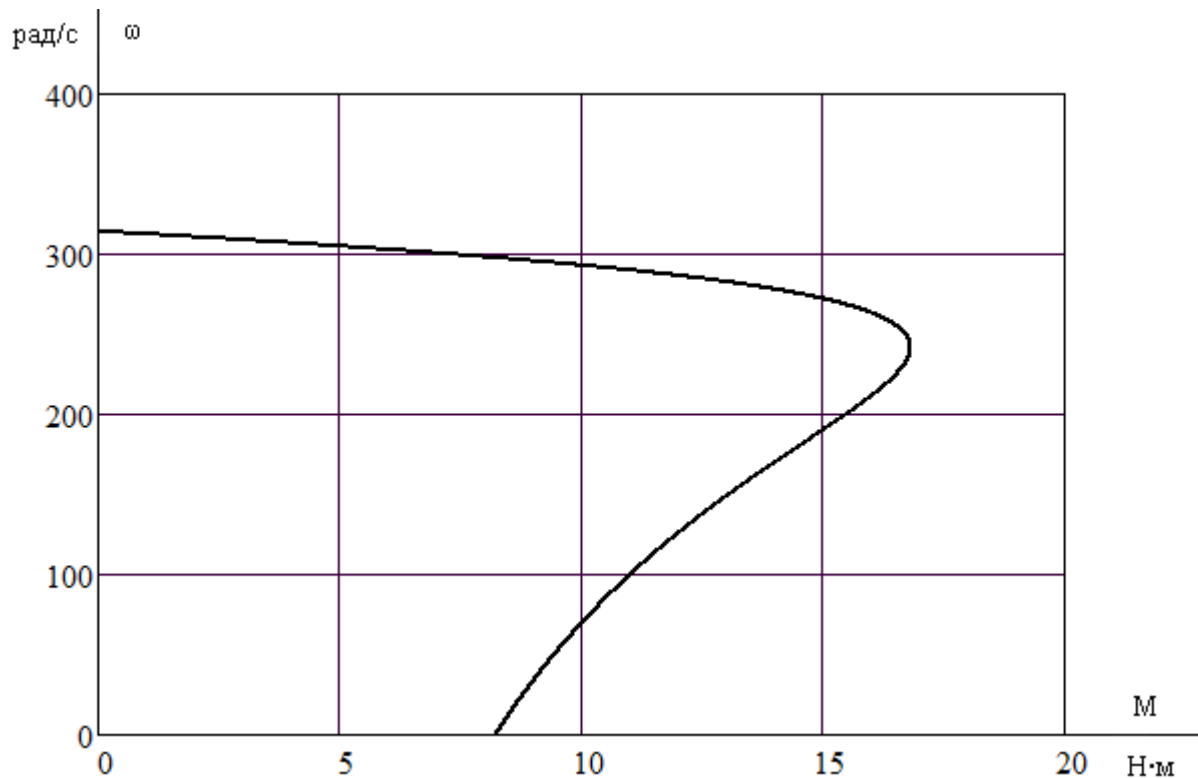


Рисунок 2.6 – Естественная механическая характеристика двигателя

Естественные электромеханические характеристики двигателя приведены на рисунке 2.7.

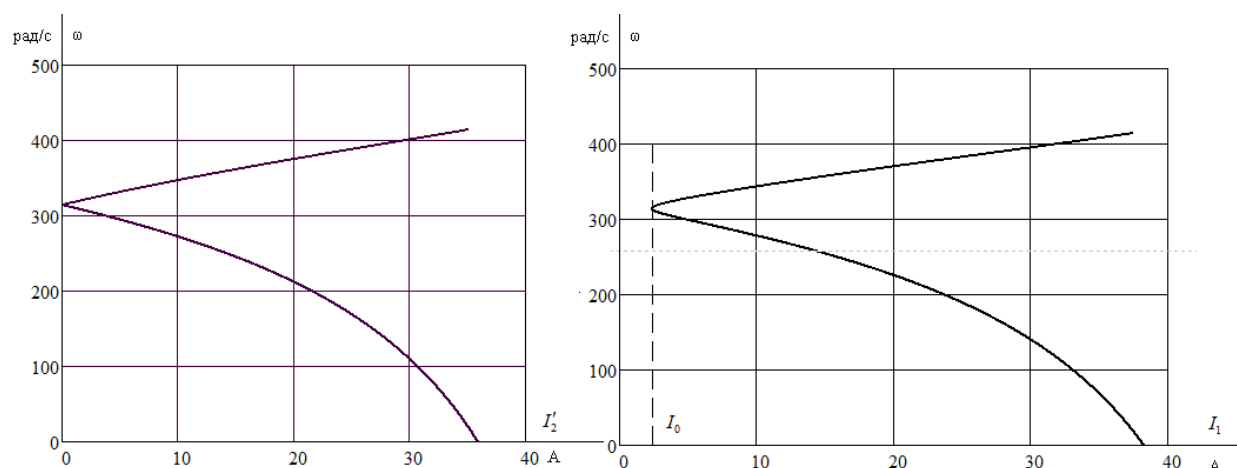


Рисунок 2.7 – Естественные электромеханические характеристики двигателя  
 $\omega = f(I_1)$ ,  $\omega = f(I_2')$

## 2.6 Расчет статических механических и электромеханических характеристик при частотном законе регулирования скорости $U/f = \text{const}$

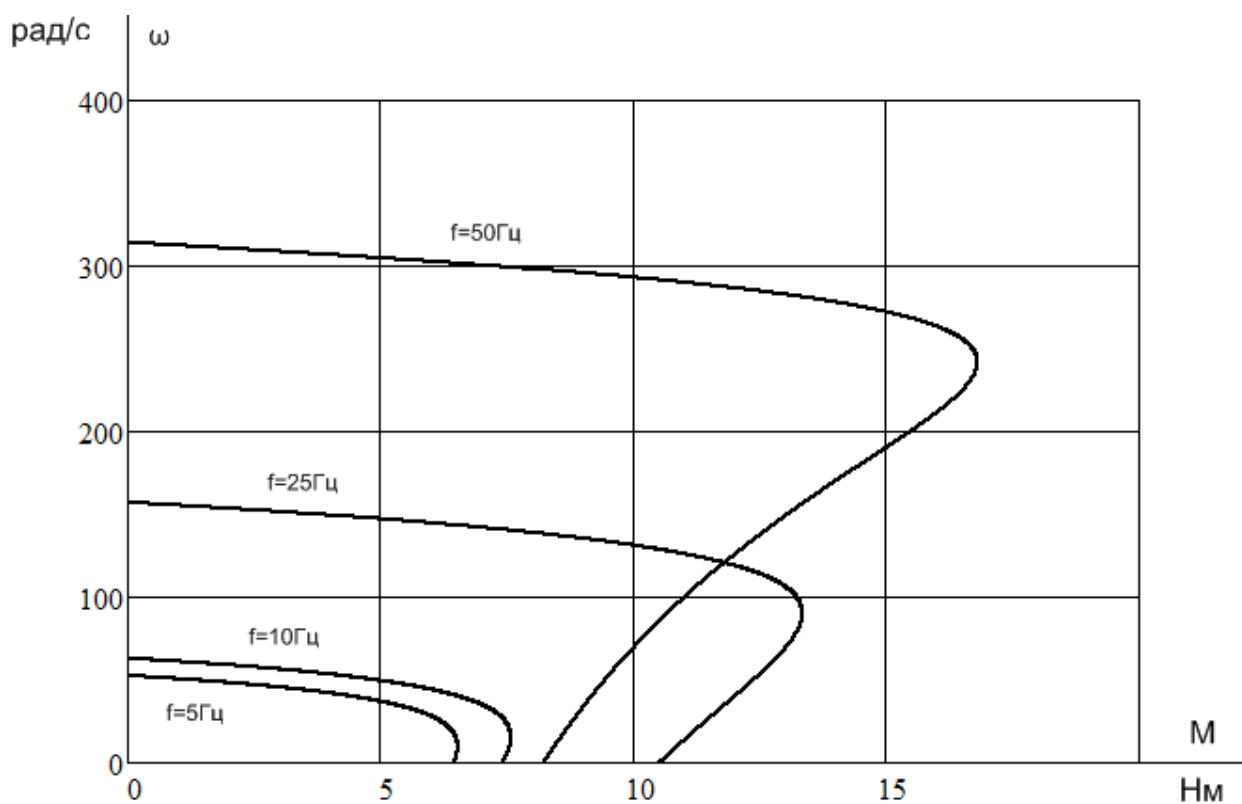


Рисунок 2.8 - Механические характеристики при  $\frac{U_{1*}}{f_{1*}} = \text{const}$

Далее рассчитываем соответственно зависимости  $I_2' = f(\omega)$  и  $I_1 = f(\omega)$ .

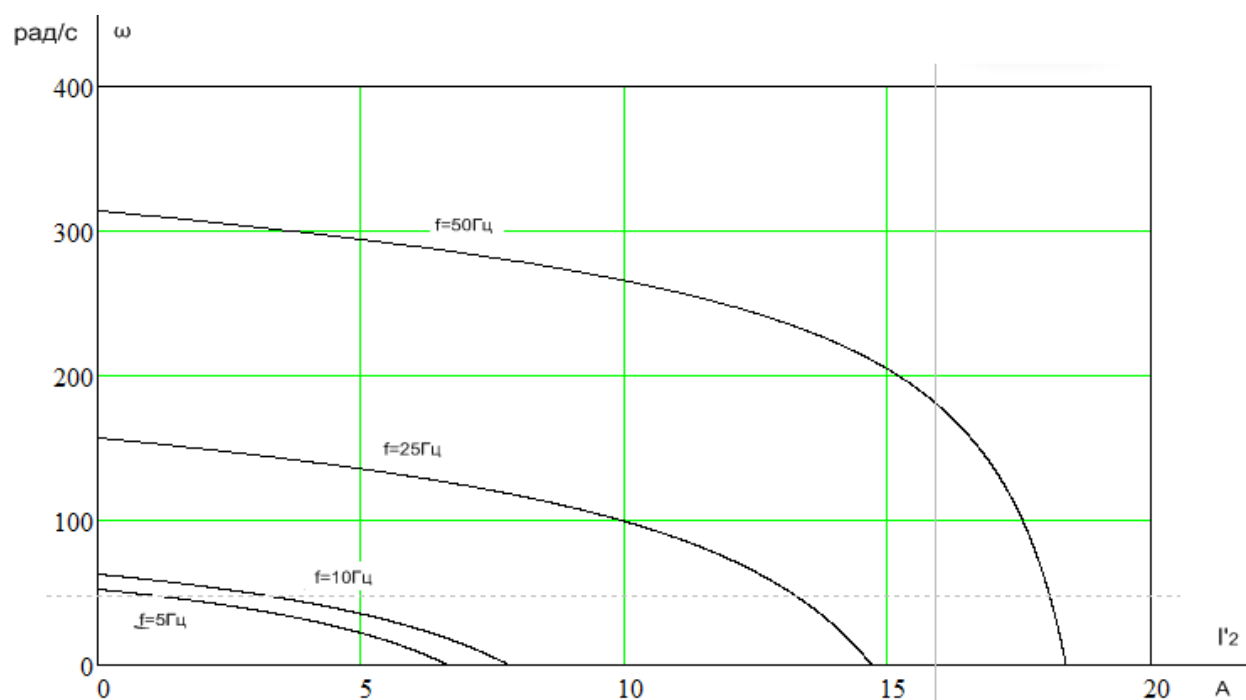


Рисунок 2.9 - Электромеханические характеристики  $I_2' = f(\omega)$  при  $\frac{U_{1*}}{f_{1*}} = \text{const}$

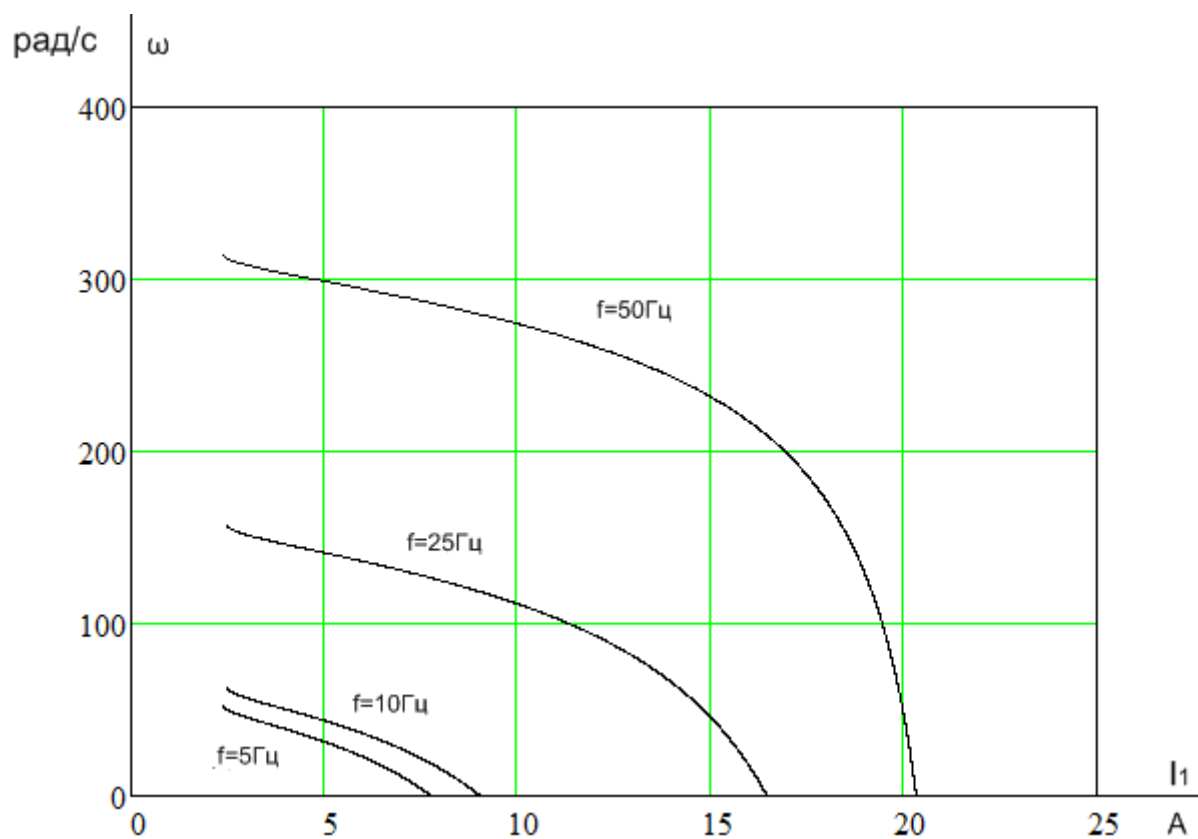


Рисунок 2.10- Электромеханические характеристики  $I_1 = f(\omega)$  при  $\frac{U_{1*}}{f_{1*}} = \text{const}$

### 3. Создание математической модели и проведение имитационного моделирования работы в MATLAB SIMULINK

#### 3.1 Моделирование прямого пуска асинхронного двигателя

При решении задач анализа и синтеза регулируемых асинхронных электроприводов обычно применяются модели электродвигателя, составленные на базе обобщенной электрической машины и выполненные в неподвижной или вращающейся двухфазной системе координат.

Математическое описание силового канала системы преобразователь - асинхронный электродвигатель, в неподвижной системе координат  $\alpha, \beta$ , ориентированной по вектору потокосцепления ротора.

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{1\alpha} = R_{\Sigma} \cdot (T_{\Sigma} p + 1) \cdot I_{1\alpha} - \frac{R_2' \cdot L_{\mu}}{L_2'^2} \cdot \psi_{2\alpha} - \frac{L_{\mu}}{L_2} \cdot z_p \cdot \omega \cdot \psi_{2\beta}; \\ U_{1\beta} = R_{\Sigma} \cdot (T_{\Sigma} p + 1) \cdot I_{1\beta} - \frac{R_2' \cdot L_{\mu}}{L_2'^2} \cdot \psi_{2\beta} - \frac{L_{\mu}}{L_2} \cdot z_p \cdot \omega \cdot \psi_{2\alpha}; \\ 0 = (T_2 p + 1) \cdot \psi_{2\alpha} - L_{\mu} \cdot I_{1\alpha} + \frac{L_2}{R_2'} \cdot z_p \cdot \omega \cdot \psi_{2\beta}; \\ 0 = (T_2 p + 1) \cdot \psi_{2\beta} - L_{\mu} \cdot I_{1\beta} + \frac{L_2}{R_2'} \cdot z_p \cdot \omega \cdot \psi_{2\alpha}; \\ M_{\Sigma} = \frac{3}{2} \cdot \frac{L_{\mu}}{L_2} \cdot z_p \cdot (\psi_{2\alpha} \cdot I_{1\beta} - \psi_{2\beta} \cdot I_{1\alpha}); \\ \omega = \frac{1}{Jp} \cdot (M_{\Sigma} - M_c) \end{array} \right.$$

На основании данной системы уравнений была составлена структурная схема на рисунке 4.1 [4]. Структурная схема, описывает процессы, происходящие в машине переменного тока, в которой действуют переменные величины напряжений, токов, потокосцеплений синусоидальной формы. Входными координатами структурной схемы являются составляющие напряжения управления преобразователя  $U_{уп\alpha}$  и  $U_{уп\beta}$ , а выходной величиной – угловая скорость двигателя  $\omega$ . Структурная схема, характеризуется следующими промежуточными координатами:

$U_{1\alpha}, U_{1\beta}, I_{1\alpha}, I_{1\beta}, \psi_{2\alpha}, \psi_{2\beta}$  – составляющие напряжения, тока статора и потокосцепления ротора в ортогональной системе координат  $\alpha$  и  $\beta$ ;

$M_{\text{ДВЭМ}}$  – электромагнитный момент двигателя, Н·м.

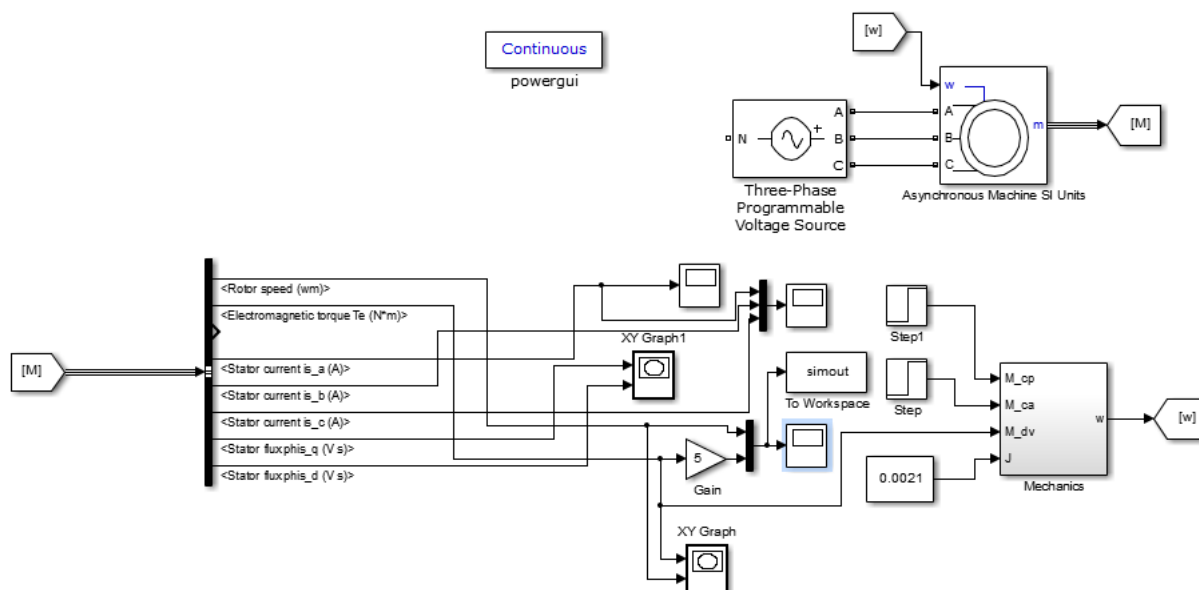


Рисунок 3.1 – Имитационная модель прямого пуска преобразователь - асинхронный электродвигатель

Динамические механические и переходные характеристики скорости ротора и электромагнитного момента АД при прямом пуске на частоте преобразователя частоты 50Гц, полученные на модели, представлены на рисунках 3.2 и 3.3.

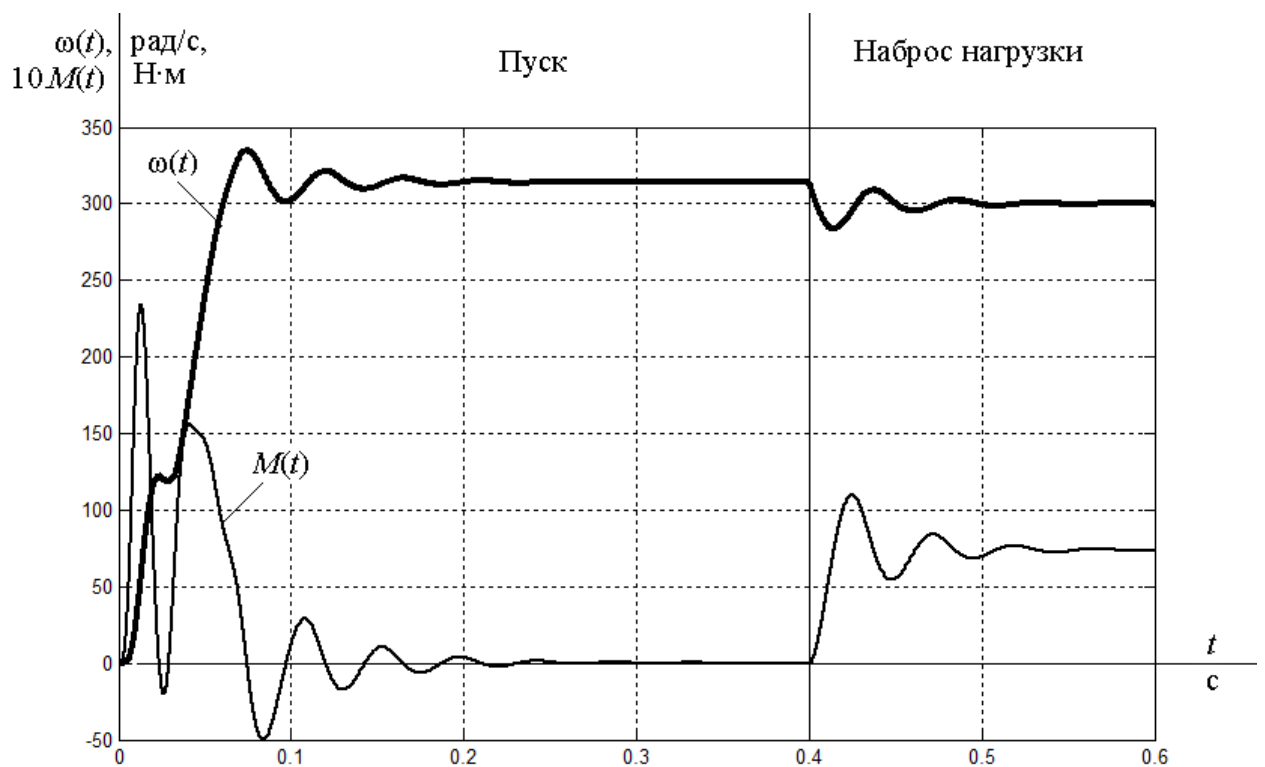


Рисунок 3.2 – Переходные процессы в АД при прямом пуске и набросе нагрузки

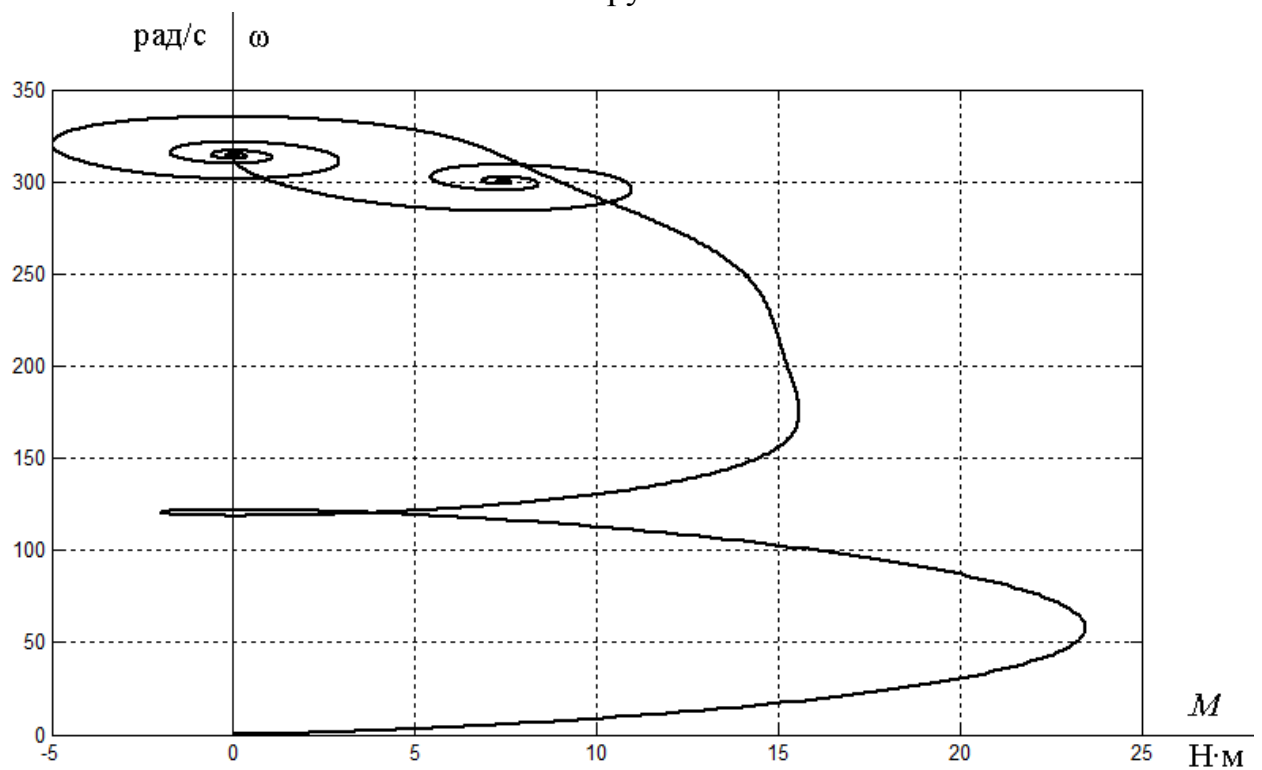


Рисунок 3.3 – Динамическая механическая характеристика АД при прямом пуске и набросе нагрузки

Анализ графиков показывает, что при отработке переходных процессов без нагрузки (режим идеального холостого хода) асинхронный

двигатель разогнался до синхронной скорости  $\omega_0 = 314,0 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ , его электромагнитный момент установился равным нулю. В момент времени  $t = 0.4 \text{ с}$  на валу двигателя произведен наброс нагрузки.

Также, анализируя переходные процессы при прямом пуске можно заметить наличие значительной колебательной составляющей в кривых момента, и затухающих по мере разгона двигателя. В итоге прямой пуск не позволяет получить удовлетворительного качества переходных процессов. Для устранения недостатков, возникающих при прямом пуске АД необходимо применять частотное регулирование.

### 3.2 Моделирование прямого пуска электродвигателя с частотным законом управления $U/f=\text{const}$

Имитационная модель электропривода со скалярным управлением представлена на рисунке 3.4.

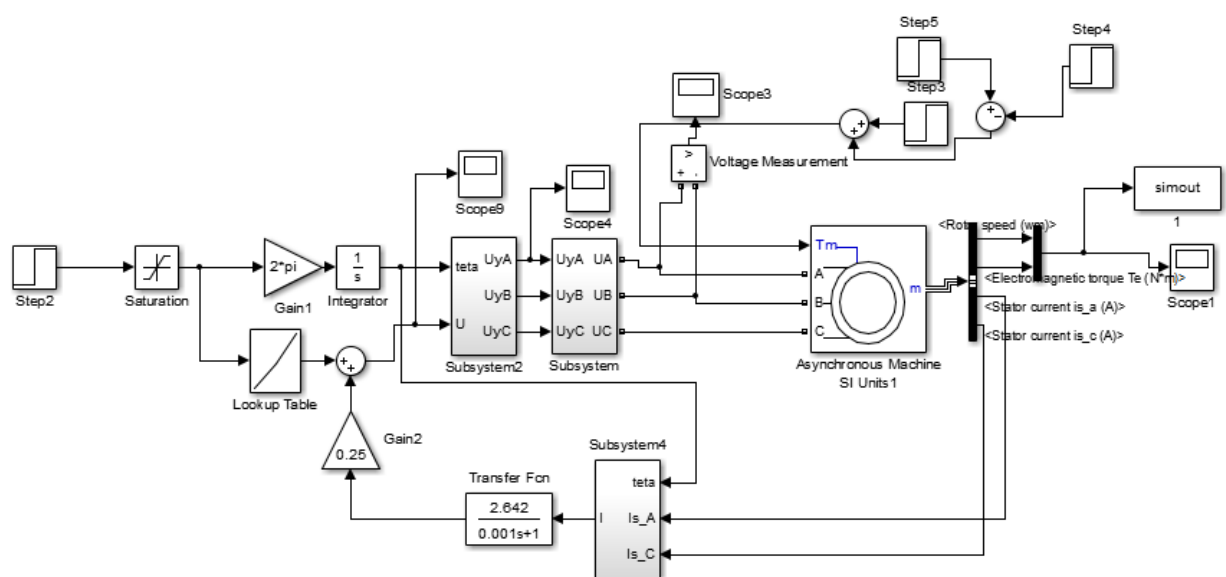


Рисунок 3.4 – Имитационная модель электропривода со скалярным управлением  $U/f=\text{const}$ .

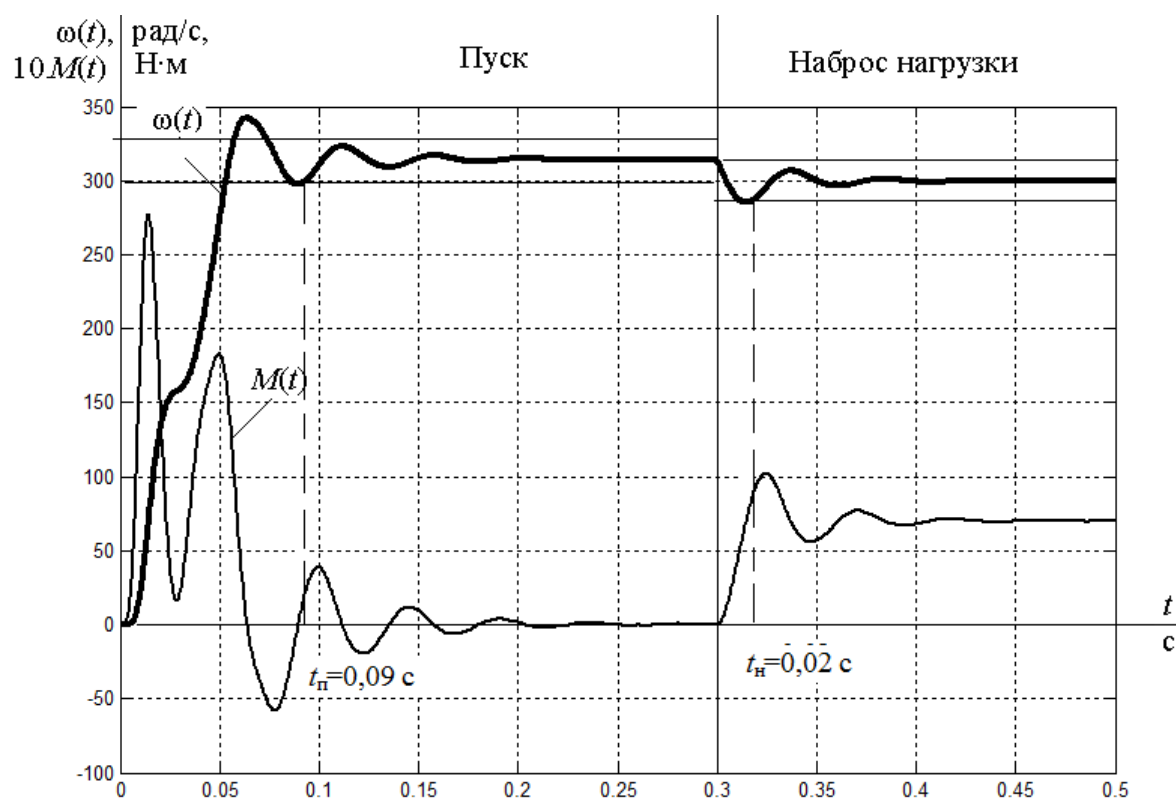


Рисунок 3.5 – Переходные процессы при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f=\text{const}$  при значении частоты  $f=50$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,25

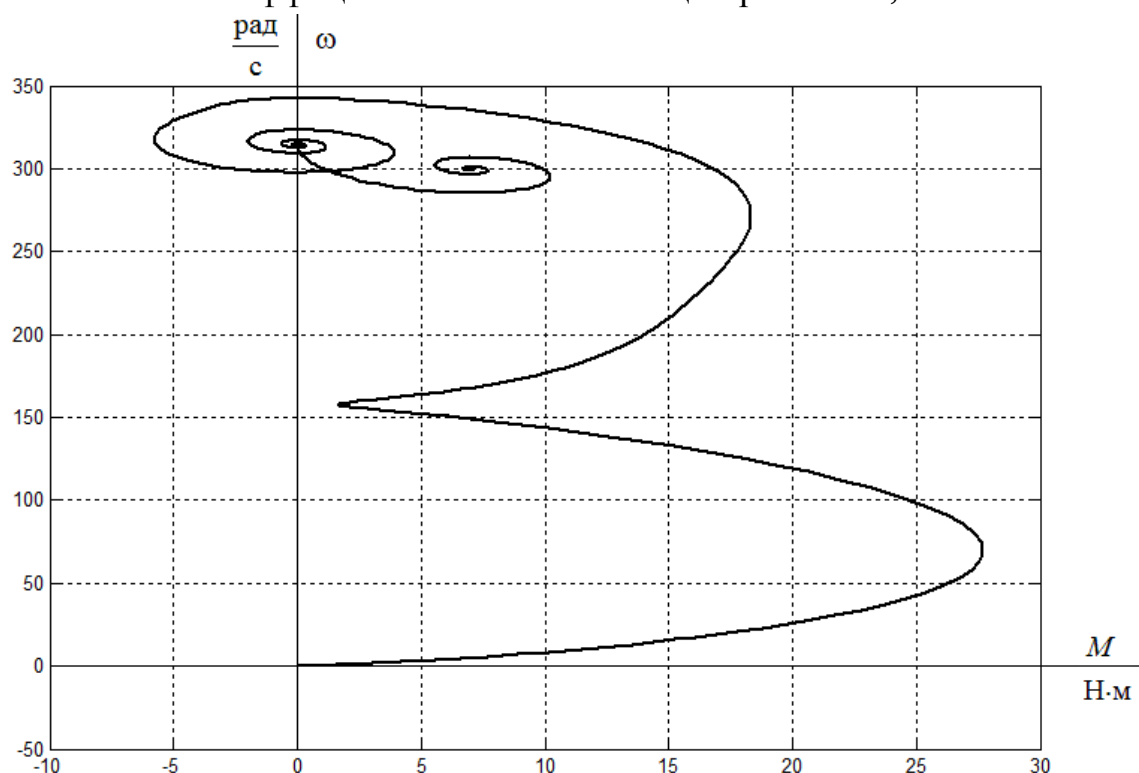


Рисунок 3.6 – Динамическая механическая характеристика при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f=\text{const}$  при значении частоты  $f=50$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,25.

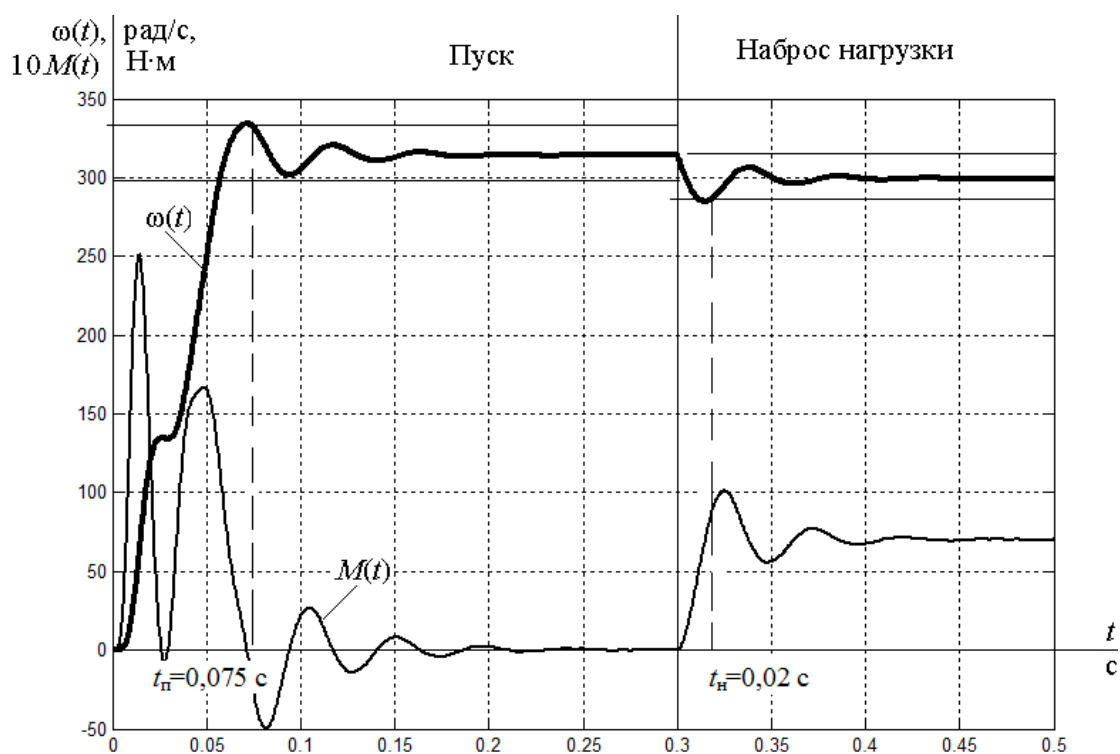


Рисунок 3.7 – Переходные процессы при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f=\text{const}$  при значении частоты  $f=50$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,1

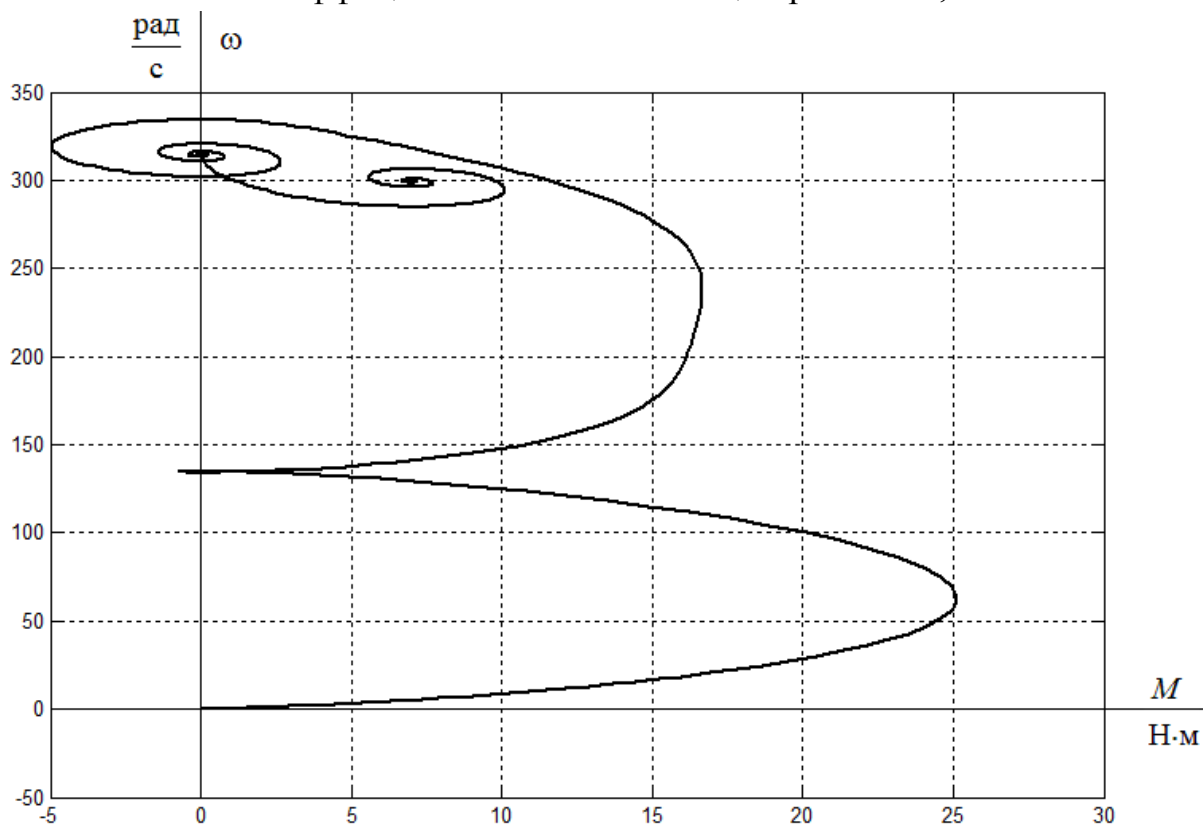


Рисунок 3.8 – Динамическая механическая характеристика при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f=\text{const}$  при значении частоты  $f=50$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,1

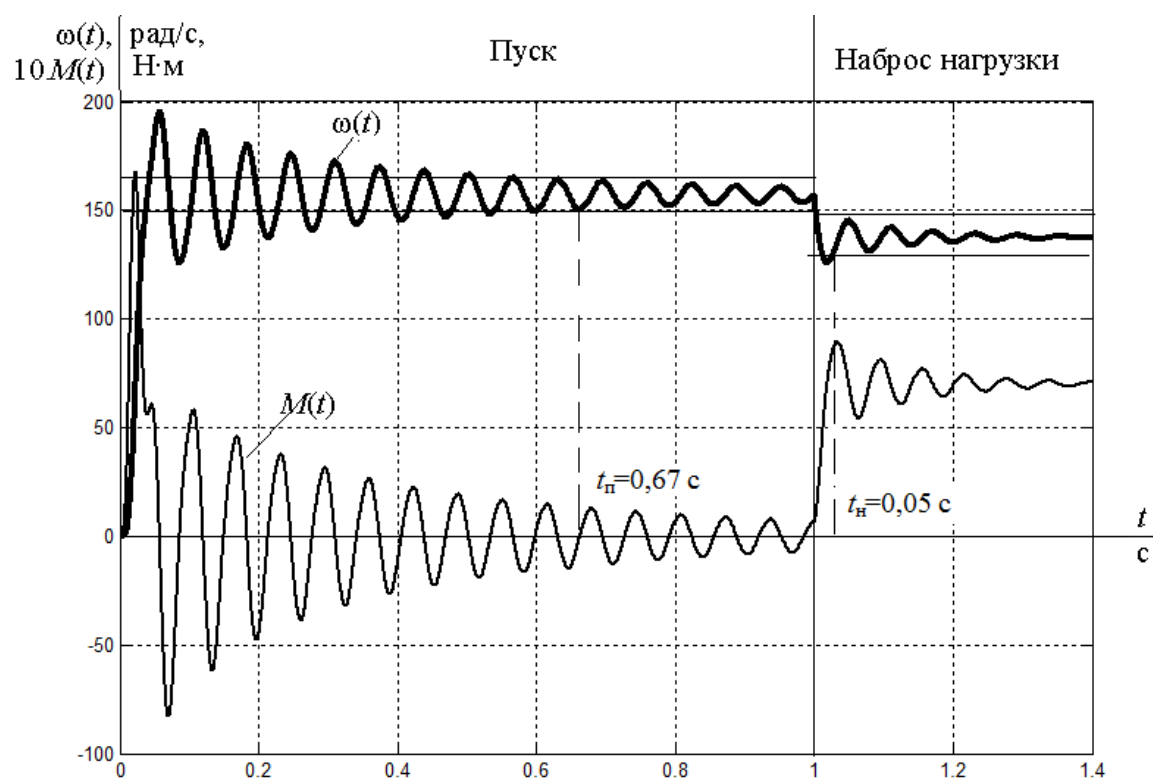


Рисунок 3.9– Переходные процессы при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f = \text{const}$  при значении частоты  $f = 25$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,25

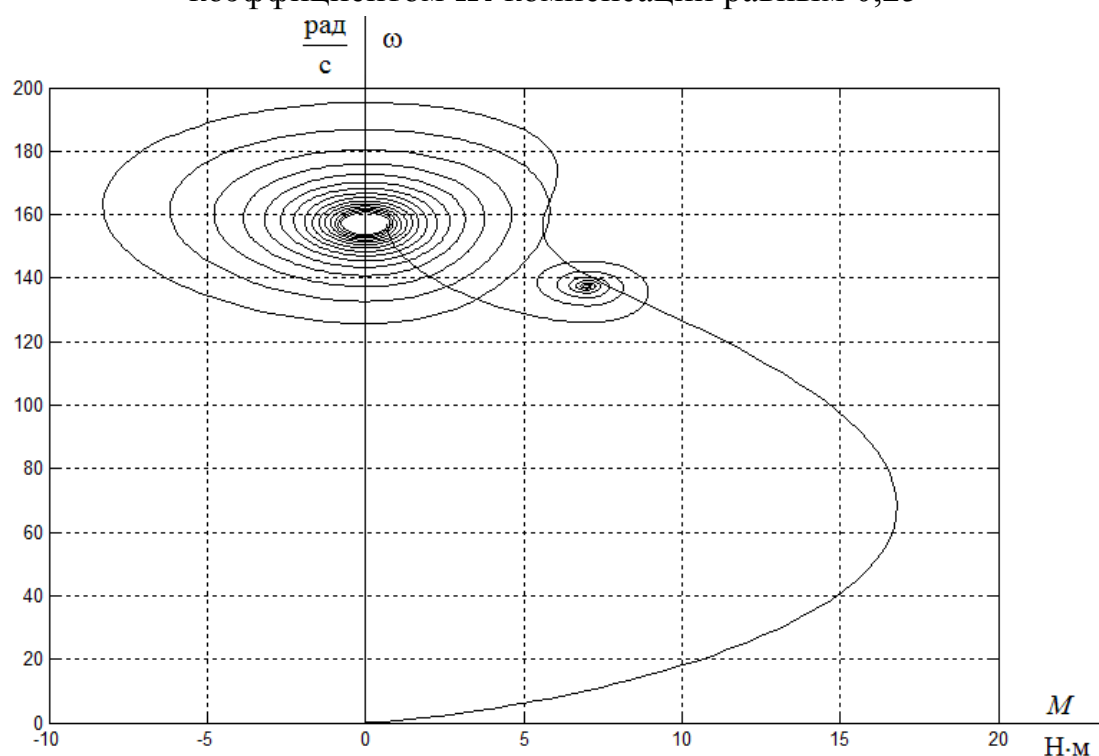


Рисунок 3.10 – Динамическая механическая характеристика при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f = \text{const}$  при значении частоты  $f = 25$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,25

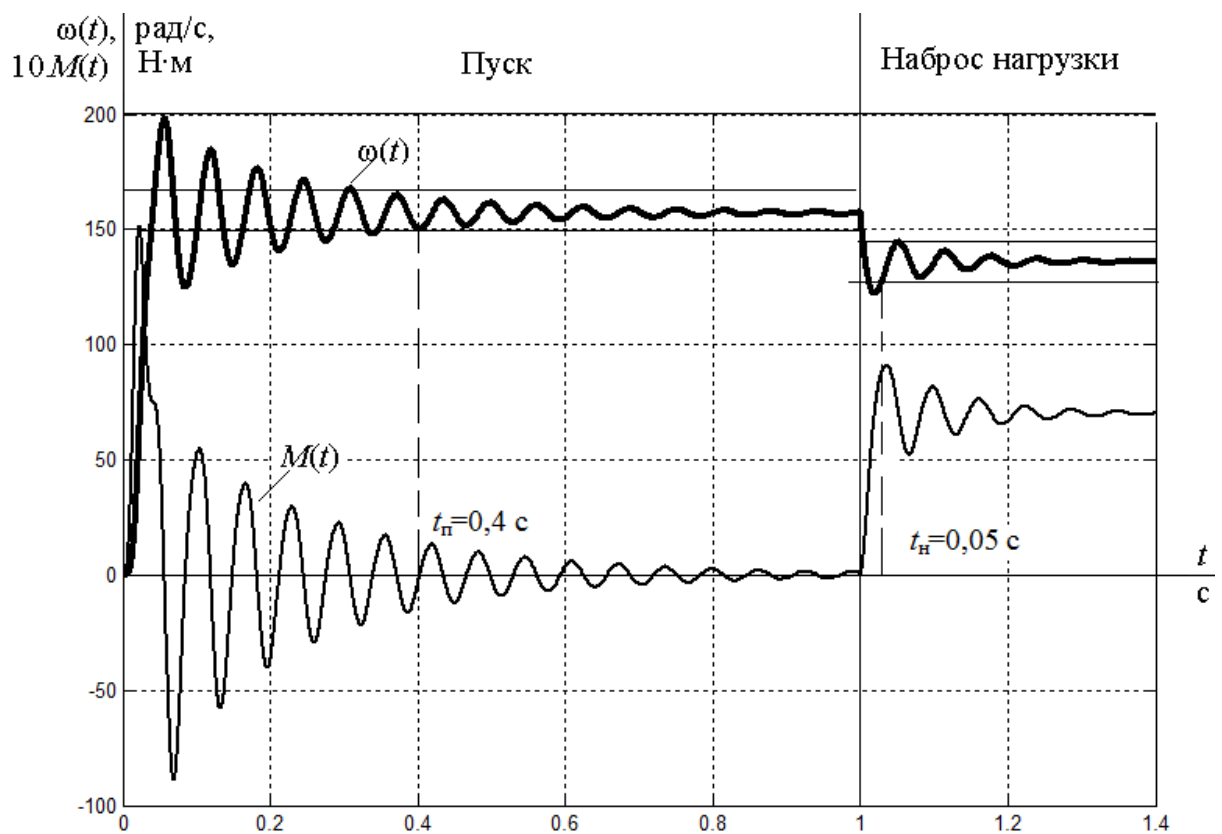


Рисунок 3.11 – Переходные процессы при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f=\text{const}$  при значении частоты  $f=25$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,1

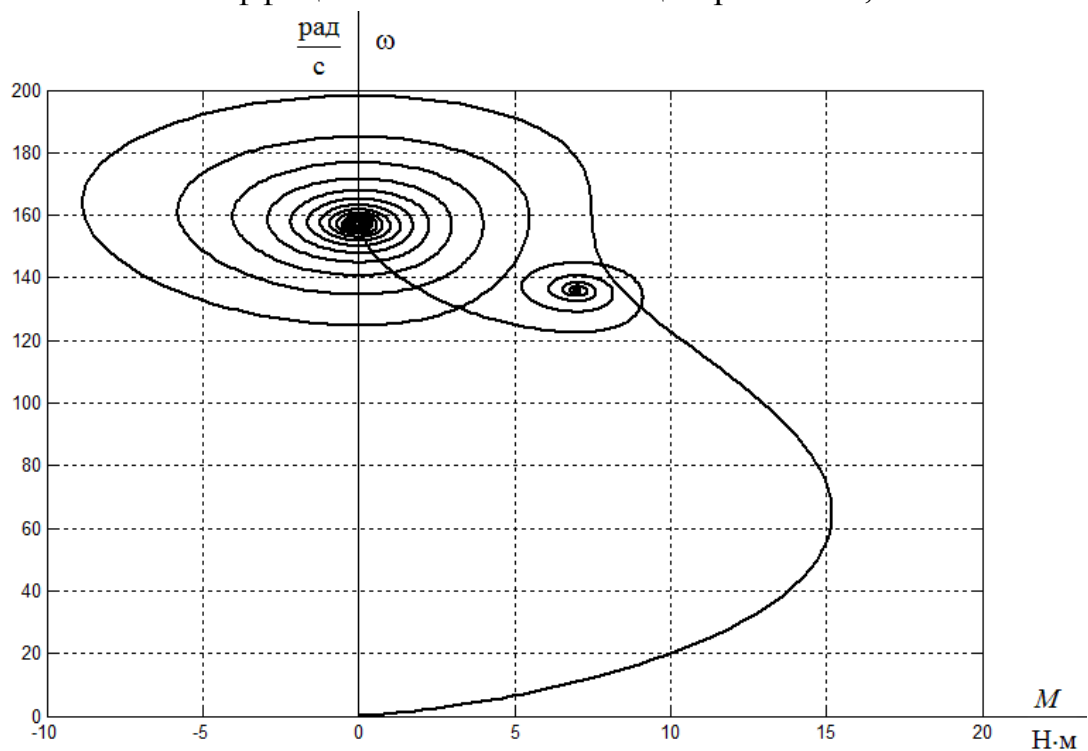


Рисунок 3.12 – Динамическая механическая характеристика при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f=\text{const}$  при значении частоты  $f=25$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,1

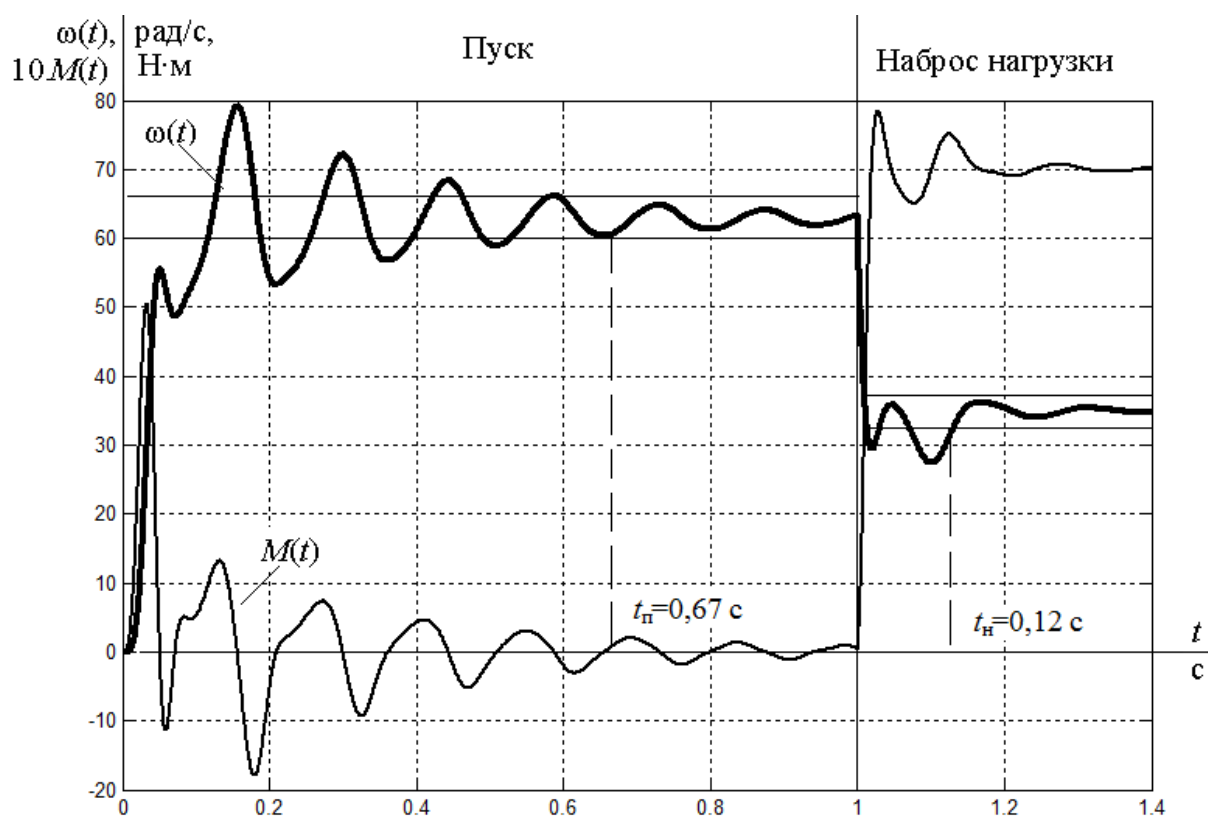


Рисунок 3.13 – Переходные процессы при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f=\text{const}$  при значении частоты  $f=10$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,25

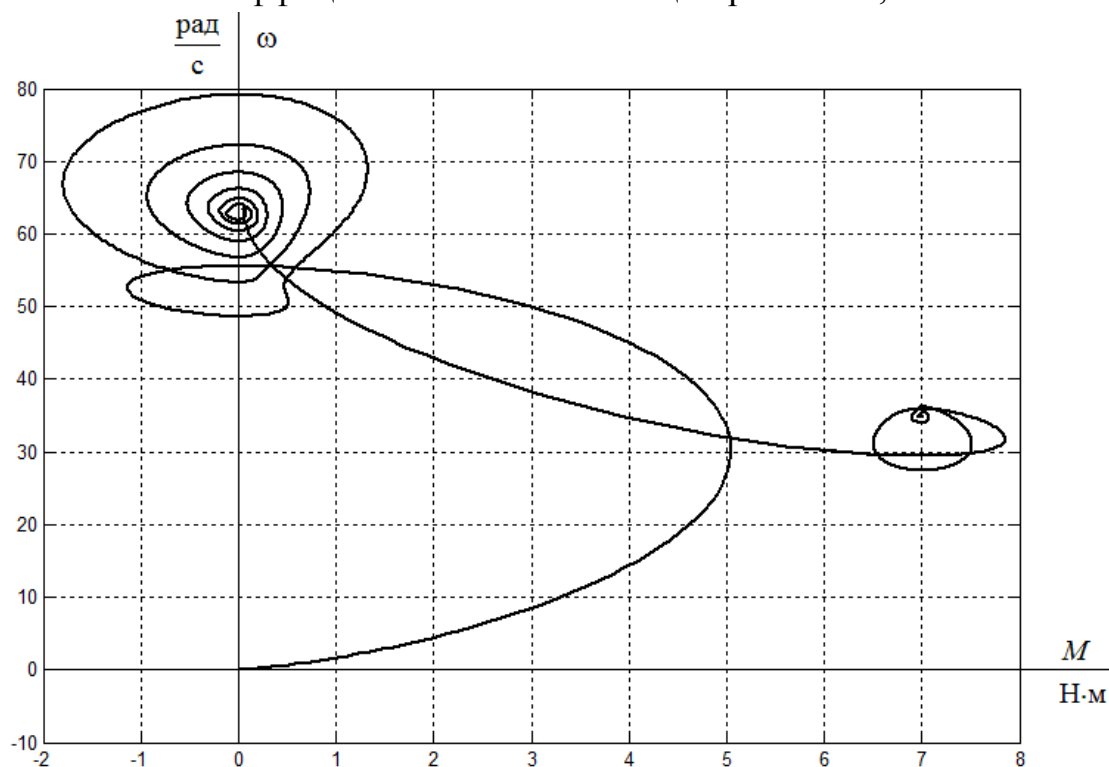


Рисунок 3.14 – Динамическая механическая характеристика при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f=\text{const}$  при значении частоты  $f=10$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,25

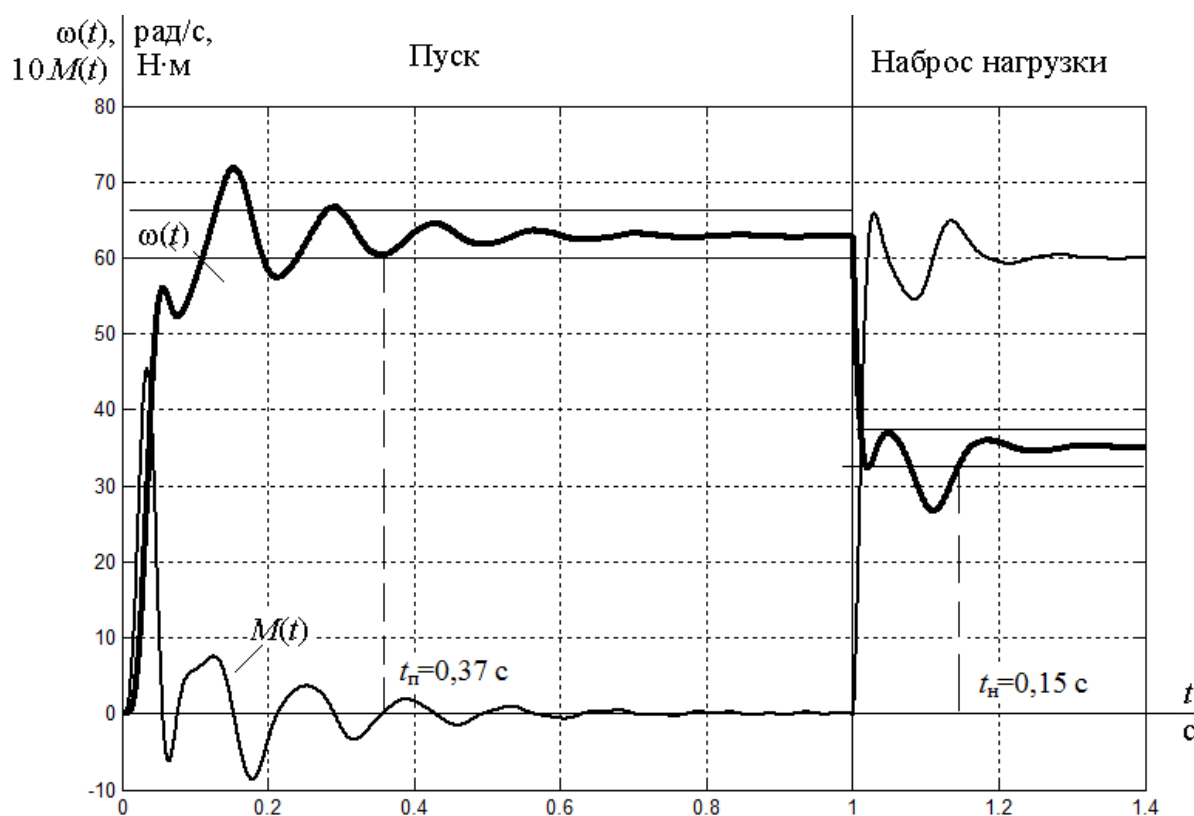


Рисунок 3.15 – Переходные процессы при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f=\text{const}$  при значении частоты  $f=10$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,1

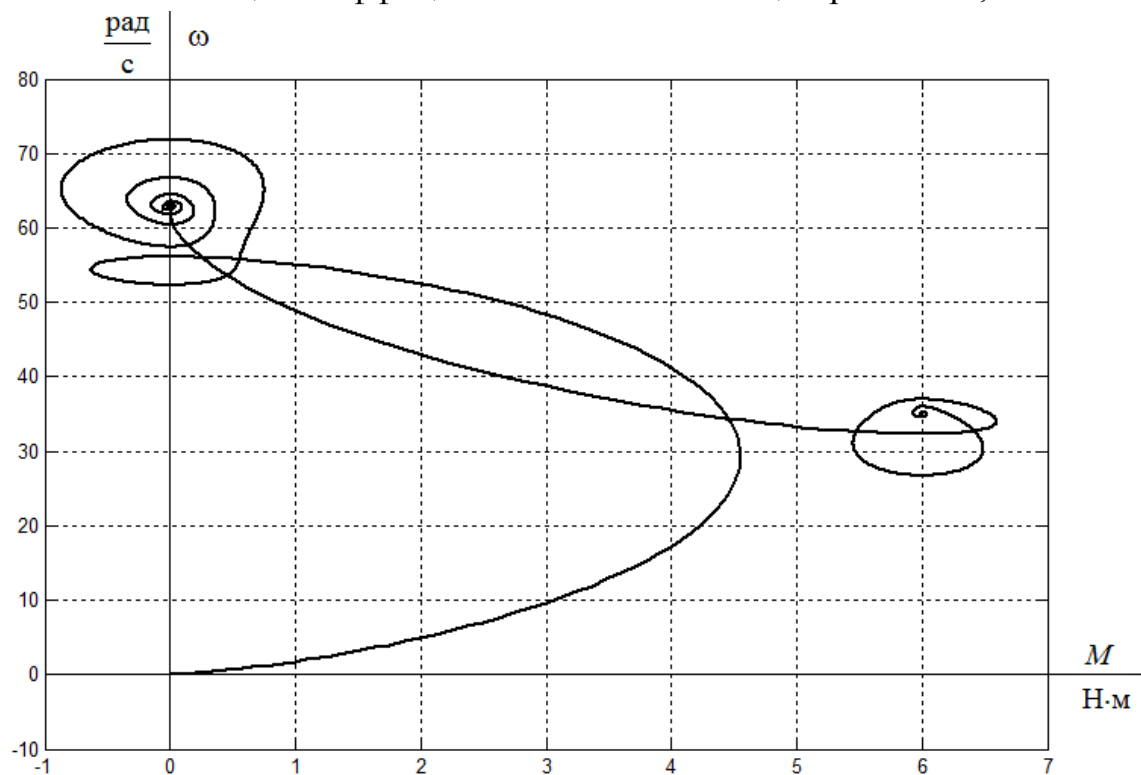


Рисунок 3.16 – Динамическая механическая характеристика при пуске электропривода с частотным законом регулирования скорости  $U/f=\text{const}$  при значении частоты  $f=10$  Гц и коэффициентом ИР-компенсации равным 0,1

Анализ переходных процессов скорости и момента показывает, что увеличение коэффициента IR-компенсации приводит к увеличению колебательности электромагнитного момента двигателя как на начальном, так и на конечном участках переходного процесса пуска АД.

При сравнении графиков с различными частотами (50 Гц, 25Гц, 10Гц) можно наблюдать тот факт, что при уменьшении частоты время переходного процесса становится больше, т.е. быстродействие системы уменьшается, колебательность системы также увеличивается.

## **4. Социальная ответственность**

### **4.1 Описание рабочего процесса**

Так как в своей трудовой деятельности инженер – проектировщик занимается сбором, подготовкой и обработкой информационных данных, следовательно, большую часть своего рабочего времени он проводит за ЭВМ, в результате чего на него воздействуют вредные производственные факторы, которые влияют на его функциональное состояние и работоспособность. Воздействие вредного производственного фактора в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности.

### **4.2 Анализ вредных производственных факторов**

При работе с ПЭВМ и ВДТ инженер – проектировщик (программист) подвергается действию вредных производственных факторов:

- микроклимат
- шум
- освещение

- электромагнитное поле
- психоэмоциональное напряжение

Рассмотрим более подробно действие этих факторов.

#### *Микроклимат помещений*

Для создания нормальных условий труда в производственных помещениях должны обеспечиваться нормативные значения параметров микроклимата СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Микроклимат помещений для лёгкой категории работ, 1а включает определённую температуру и влажность. Нормы метеорологических условий учитывают время года и характер производственного помещения.

Рассматривая вопросы охраны труда людей, работающих в лаборатории, нельзя обойтись без рассмотрения вопроса вентиляции помещения.

Количество приточного воздуха при естественном проветривании должно быть не менее  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$  на одного человека, при объёме помещения приходящегося на него менее  $20 \text{ м}^3$ . В исследуемом помещении имеется 9 рабочих мест, объём помещения составляет  $29,25 \text{ м}^3$ , следовательно, на одного работающего приходится приблизительно  $3,25 \text{ м}^3$ , что не обеспечивает выполнение санитарных норм. Следовательно, наряду с естественной, следует применять искусственную (механическую)

### **5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

В приведенной ниже таблице 5.4 номерам этапов работы соответствуют следующие виды выполняемых работ:

№ 1 – разработка технического задания (ТЗ) – включает в себя изучение первичной информации об объекте, требования к техническому проекту, составление задания и плана на работу;

№ 2 – сбор и изучение литературы – ознакомление с предметом работы, изучение различных источников, касающихся различных сторон технического проекта;

№ 3 – сбор исходных данных – электрические схемы соединения, параметры двигателя и др. нагрузки;

№ 4 – подготовка данных для ввода в базу комплекса – составление схем замещения, расчет параметров схем замещения;

№ 5 – отладка базы данных и проведение тестовых расчетов;

№ 6 – выбор оборудования – выбрать приводной асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для питателя пыли;

№ 7 – расчёт и проверка модели АД – построение естественных механических и электромеханических характеристик в среде MATLAB;

№ 8 – расчёт и проверка модели АД-ПЧ – Расчет и построение семейства механических  $\omega(M_{эм})$  и электромеханических  $\omega(I_1)$  характеристик асинхронного двигателя при изменении частоты в среде MATLAB;

№ 9 – оформление пояснительной записки – окончательная проверка руководителем, устранение недочетов дипломником;

№10 – сдача проекта – подготовка к защите и защита проекта.

По результатам расчетов строится диаграмма Ганта, приведенная в таблице 5.5.

Таблица 5.4 – Календарная продолжительность работ

| №<br>этапа<br>работы | Вид работ                            | Исполнители  | Минимально<br>возможная<br>трудоемкость<br>выполнения<br>заданной i-ой<br>работы,<br>$t_{\min}$ , чел.-дн. | Максимально<br>возможная<br>трудоемкость<br>выполнения<br>заданной i-ой<br>работы,<br>$t_{\max}$ , чел.-дн. | Ожидаемая<br>трудоемкость<br>выполнения<br>одной<br>работы,<br>$t_{\text{ож}}$ , чел.-дн. | Продолжительность<br>одной работы,<br>$T_p$ , раб.дн. |
|----------------------|--------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1                    | Составление ТЗ                       | Руководитель | 1                                                                                                          | 1                                                                                                           | 1                                                                                         | 1                                                     |
| 2                    | Сбор и изучение литературы           | Дипломник    | 8                                                                                                          | 12                                                                                                          | 9,6                                                                                       | 10                                                    |
| 3                    | Сбор исходных данных                 | Дипломник    | 8                                                                                                          | 12                                                                                                          | 9,6                                                                                       | 10                                                    |
| 4                    | Подготовка данных для ввода в базу   | Дипломник    | 8                                                                                                          | 12                                                                                                          | 9,6                                                                                       | 10                                                    |
| 5                    | Отладка данных и проведение расчетов | Дипломник    | 14                                                                                                         | 16                                                                                                          | 14,8                                                                                      | 15                                                    |
| 6                    | Выбор оборудования                   | Дипломник    | 4                                                                                                          | 6                                                                                                           | 4,8                                                                                       | 5                                                     |
|                      |                                      | Руководитель | 1                                                                                                          | 1                                                                                                           | 1                                                                                         | 1                                                     |
| 7                    | Расчёт и проверка модели АД          | Дипломник    | 14                                                                                                         | 16                                                                                                          | 14,8                                                                                      | 15                                                    |
|                      |                                      | Руководитель | 1                                                                                                          | 1                                                                                                           | 1                                                                                         | 1                                                     |
| 8                    | Расчёт и проверка модели АД-ПЧ       | Дипломник    | 14                                                                                                         | 16                                                                                                          | 14,8                                                                                      | 15                                                    |
|                      |                                      | Руководитель | 1                                                                                                          | 1                                                                                                           | 1                                                                                         | 1                                                     |
| 9                    | Оформление пояснительной записки     | Дипломник    | 8                                                                                                          | 12                                                                                                          | 9,6                                                                                       | 10                                                    |
| 10                   | Сдача проекта                        | Дипломник    | 1                                                                                                          | 1                                                                                                           | 1                                                                                         | 1                                                     |
|                      |                                      | Руководитель | 1                                                                                                          | 1                                                                                                           | 1                                                                                         | 1                                                     |

Таблица 5.5 – Диаграмма Ганта

| № этап а работ | Вид работ                            | Исполнители * | Продолжительность одной работы дн. | Продолжительность выполнения работ по декадам |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
|----------------|--------------------------------------|---------------|------------------------------------|-----------------------------------------------|------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|------|
|                |                                      |               |                                    | Фев.                                          | Март |   |   | Апрель |   |   | Май |   |   | Июнь |
|                |                                      |               |                                    | 3                                             | 1    | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 | 1    |
| 1              | Составление ТЗ                       | Р             | 1                                  | -                                             |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| 2              | Сбор и изучение литературы           | Д             | 10                                 |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| 3              | Сбор исходных данных                 | Д             | 10                                 |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| 4              | Подготовка данных для ввода в базу   | Д             | 10                                 |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| 5              | Отладка данных и проведение расчетов | Д             | 15                                 |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| 6              | Выбор оборудования                   | Д             | 5                                  |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
|                |                                      | Р             | 1                                  |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| 7              | Расчёт и проверка модели АД          | Д             | 15                                 |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
|                |                                      | Р             | 1                                  |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| 8              | Расчёт и проверка модели АД-ПЧ       | Д             | 15                                 |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
|                |                                      | Р             | 1                                  |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| 9              | Оформление пояснительной записки     | Д             | 10                                 |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   |   |      |
| 10             | Сдача проекта                        | Р             | 1                                  |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   | - |      |
|                |                                      | Д             | 1                                  |                                               |      |   |   |        |   |   |     |   | - |      |

« Д » – дипломник; « Р » – руководитель

Исходя из диаграммы продолжительности работ, определяется участие каждого специалиста рабочей группы в разработке проекта: руководитель 5 дней, дипломник 91 день.

### **Заключение**

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован асинхронный питателя пыли с частотным регулированием. Система ПЧ-АД позволяет повысить производительность, а также надежность производства, так как в системе используется самая простейшая электрическая машина – асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. В настоящее время система ПЧ-АД получает широкое распространение, так как это экономически целесообразнее, чем применение тех же двигателей постоянного тока или АД с фазным ротором. Высокая плавность регулирования скорости также является одним из основных достоинств такой системы.

Произведен выбор двигателя АИР80В2. Затем был произведен выбор преобразователя частоты, способный обеспечить управление двигателем – VLT2830 фирмы «Danfoss». После выбора преобразователя были определены параметры основных силовых элементов электропривода. Рассчитаны статические и динамические характеристики для разомкнутой системы регулируемого электропривода. Была составлена имитационная модель САУ асинхронного электропривода со скалярным управлением, обеспечивающее регулирование скорости в заданном диапазоне регулирования.