

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1. АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА.....	10
1.1. Общие сведения.....	10
1.2. Определение расчетной нагрузки ремонтно-механического цеха.....	12
2. ОБОРУДОВАНИЕ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА.....	13
2.1. Metallорежущие станки.....	13
2.2. Кинематическая схема токарного станка и описание технологического процесса.....	14
2.3. Технические характеристики станка.....	19
2.4. Расчет и выбор электродвигателя.....	20
2.5. Расчет электроосвещения цеха.....	27
3. СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА.....	30
3.1. Снижение потерь электроэнергии на примере модернизации силовой части токарного станка 16К20Ф3.....	30
3.1.1. Силовой канал электропривода.....	30
3.1.2. Выбор тиристорного преобразователя.....	31
3.1.3. Расчет и выбор трансформатора.....	31
3.2. Повышение энергоэффективности освещения цеха путем замены светильников на светодиодные источники света.....	38
4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПУСКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА В СРЕДЕ MATLAB.....	42
4.1. Моделирование процесса пуска электропривода токарного станка.....	42
4.2. Моделирование обрыва фазы при работе токарного станка.....	56
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	60
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	87

ВВЕДЕНИЕ

Энергетическая политика практически всех государств предусматривает развитие энергосберегающей программы. Экономия энергетических ресурсов должна осуществляться путем перехода на энергосберегающие технологии производства, совершенствованию энергетического оборудования, реконструкции устаревшего оборудования, сокращение всех видов энергетических потерь и повышения уровня использования вторичных энергетических ресурсов. Предусматривается также замещение органического топлива другими энергоносителями, в первую очередь ядерной и гидроэнергетикой. Кроме прямого энерго- и ресурсосбережения существует целый ряд актуальных задач, решение которых в конечном итоге приводит к тому же эффекту в самих производственных установках и в производстве в целом.

Центральный ремонтно-механический завод Алмалыкского ГМК расположен в г. Алмалыке Республики Узбекистан. Завод основан в 1959 году и предназначен для ремонта оборудования, восстановления и изготовления деталей с механической обработкой, производства стального, чугунного и цветного литья, изготовления сварных резино-технических изделий.

С момента пуска и до настоящего времени завод не реконструировался. Оборудование основного и вспомогательного производств устарело.

В данной работе рассмотрены вопросы повышения энергоэффективности и энергосовместимости оборудования ремонтно-механического цеха предприятия.

3. СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА

В данном разделе рассмотрены пути снижения потерь электроэнергии в электрооборудовании ремонтно-механического цеха предприятия.

В данной работе рассмотрены вопросы снижения потерь на примере модернизации силовой части токарного станка 16K20Ф3.

Вторым предложением по повышению энергоэффективности является модернизация светильников путем их замены на светодиодные источники света.

3.1. Снижение потерь электроэнергии на примере модернизации силовой части токарного станка 16K20Ф3

В данном разделе предлагается заменить устаревшую и неэнергоэффективную систему тормозных реостатов на тиристорный регулятор напряжения, что существенно повысит энергоэффективность применяемого оборудования. Экономического эффект от внедрения предложенной системы составит 198434 рубля в год на один станок со сроком окупаемости оборудования менее 1 года. Подробные расчеты приведены в экономическом разделе данной работы.

3.1.1. Силовой канал электропривода

В силовой канал электропривода входят:

- тиристорный преобразователь, выполняющий функцию электрического преобразователя;
- электродвигатель, который выполняет функцию электромеханического преобразователя;

- механическая система, которая выполняет функцию механического преобразователя.

Предложенная схема силовой части регулируемого электропривода приведена на рисунке 3.1.

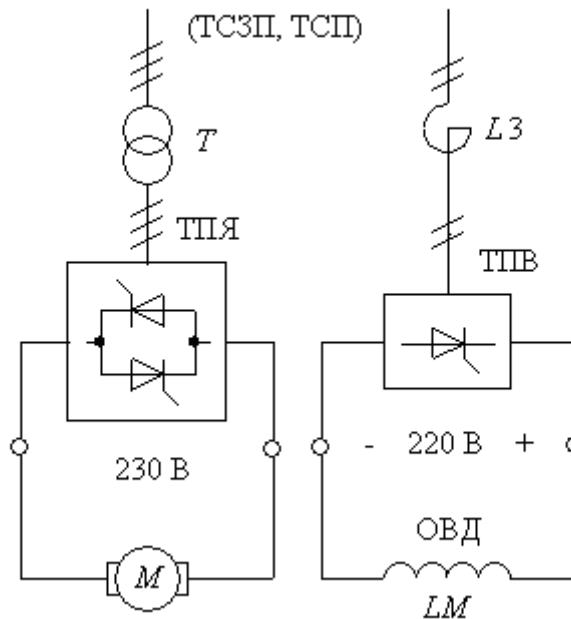


Рисунок 3.1 – Схема силовой части регулируемого электропривода

В приведенной на рисунке 3.1 схеме приняты следующие обозначения:

T – трансформатор;

$L3$ – токоограничивающий трехфазный реактор;

$ТПЯ$, $ТПВ$ – тиристорные преобразователи соответственно обмотки якоря и обмотки возбуждения LM

3.1.2 Выбор тиристорного преобразователя

Выбираем комплектный тиристорный преобразователь ЭПУ1Д - 2 - 3727М [1].

Технические характеристики:

Номинальный ток $I_{дн} = 50 \text{ A}$,

Номинальное напряжение $U_{дн} = 230 \text{ В}$,

Номинальное напряжение сети $U_{сн} = 380 \text{ В}$,

Максимальный допустимый ток тиристорного преобразователя

$$I_{d.макс} = k_{пер.ТП} \cdot I_{дн} = 2 \cdot 50 = 100 \text{ A}.$$

Структурная схема тиристорного преобразователя приведена на рисунке 3.2.

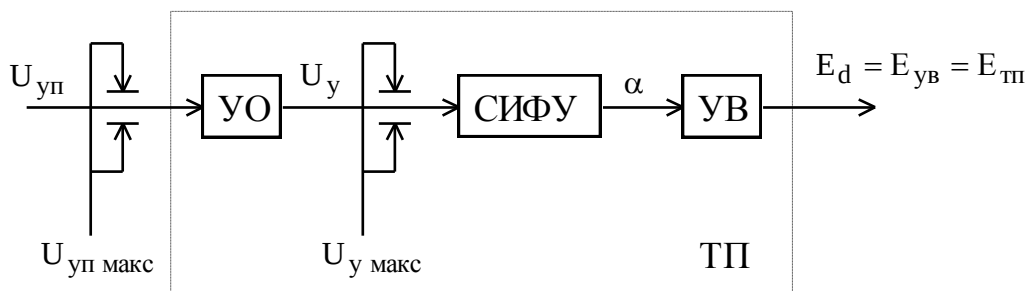


Рисунок 3.2 – Структурная схема тиристорного преобразователя

3.1.3 Расчет и выбор трансформатора

Расчётное значение напряжения:

$$U_{2фрасч} = K_{u2} \cdot \frac{1}{K_c} \cdot K_\alpha \cdot (1 + K_R \frac{I_{макс}}{I_{дв.н}}) \cdot U_{дв.макс.} \text{ В ,}$$

где $K_{u2} = 0,428$ – расчётный коэффициент, характеризующий соотношение

$\frac{U_{2ф}}{E_{d0}}$ в идеальном выпрямителе [2];

$K_c = 0,85$ – коэффициент, учитывающий заданное снижение напряжения сети;

K_R – коэффициент запаса, учитывающий падение напряжения в тиристорах, обмотках трансформатора, а также за счет коммутации, $K_R=0,05-0,1$.

K_α – коэффициент, учитывающий неполное открытие вентилей управляющего преобразователя;

$I_{\text{макс}}$ – максимальный ток двигателя;

I_n – номинальный ток двигателя;

$U_{\text{д.макс}}$ – максимальное напряжение на двигателе

В свою очередь:

$$K_\alpha = \frac{1}{\cos \alpha_{\text{мин}}} = \frac{1}{\cos 10^\circ} = 1,02,$$

где $\alpha_{\text{мин}}$ – минимальный угол управления, при раздельном управлении $\alpha_{\text{мин}} = 5^\circ - 10^\circ$.

Для дальнейших расчётов принимаем $\alpha_{\text{мин}} = 10^\circ$.

Величина тока с учетом перегрузки

$$I_{\text{макс}} = 3 \cdot I_n = 3 \cdot 41 = 123 \text{ A}.$$

Максимальное значение напряжения на двигателе

$$U_{\text{дв.макс.}} = c \cdot \omega_n + I_{\text{макс}} \cdot R_{\text{дв.гор.}},$$

где $c = 1,32 \text{ Вс/рад}$ - конструктивная постоянная двигателя;

$\omega_n = 157 \text{ с}^{-1}$ -номинальная скорость вращения двигателя;

$R_{\text{дв.гор.}} = 0,32 \text{ Ом}$ – сопротивление якорной цепи двигателя в нагретом состоянии.

$$U_{\text{ав.макс}} = 1,32 \cdot 157 + 123 \cdot 0,32 = 246,6 \text{ В};$$

$$U_{2\phi.\text{расч.}} = 0,428 \cdot \frac{1}{0,85} \cdot 1,02 \cdot 1,1 \cdot 246,6 = 139,3 \text{ В}.$$

Расчётное действующее значение тока [5]:

$$I_{2\phi.\text{расч.}} = K_i \cdot K_{i2} \cdot I_d = 1,05 \cdot 0,815 \cdot 41 = 35 \text{ А},$$

где $K_i = 1,05$ – коэффициент, учитывающий отклонение формы тока от прямоугольной [8];

$K_{i2} = 0,815$ – коэффициент, характеризующий отношение $\frac{I_{2\phi}}{I_d}$ и

зависящий от схемы выпрямления [2];

$I_d = I_n$ – действующее значение выпрямленного тока.

Расчётная типовая мощность трансформатора:

$$S_{\text{тр.расч.}} = K_i \cdot K_s \cdot \frac{1}{K_{u2}} \cdot U_{2\phi.\text{расч.}} \cdot I_{\text{дв.н}} \text{ В} \cdot \text{А},$$

где $K_s = 1,045$ коэффициент схемы выпрямления [2].

$$S_{\text{тр.расч.}} = 1,05 \cdot 1,045 \cdot 1 / 0,428 \cdot 139,3 \cdot 41 = 14644 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

Параметры выбранного трансформатора приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Параметры силового трансформатора

Схема соединения	Тип	$U_{1л}$, В	$P_{2н}$, кВА	$\Delta P_{кз}$, Вт	$U_{кз}$, %
Y/ Y	ТСТ-25	380	24,4	630	8,6

Значение линейного напряжения вторичной обмотки трансформатора

$$U_{2лн} = U_{2фрасч} \cdot \sqrt{3} = 139,3 \cdot \sqrt{3} = 241 \text{ В.}$$

Принимаем $U_{2лн} = 208 \text{ В.}$

Номинальное значение фазного напряжения трансформатора [5]

$$U_{2фн} = \frac{U_{2лн}}{\sqrt{3}} = \frac{208}{\sqrt{3}} = 120,2 \text{ В.}$$

Номинальное значение фазного тока трансформатора

$$I_{2фн} = \frac{P_{2н}}{m_2 \cdot U_{2фн}} = \frac{24400}{3 \cdot 120,2} = 67,7 \text{ А.}$$

Таким образом, выбранный трансформатор удовлетворяет всем условиям:

1. $S_n \geq S_{тр.расч}$, $25000 \text{ В} \cdot \text{А} \geq 14644 \text{ В} \cdot \text{А}$; 2. $U_{1л} = U_{с.н}$, $380 \text{ В} = 380 \text{ В}$;
3. $U_{2фн} \geq U_{2фрасч}$, $120,2 \text{ В} \approx 139,3 \text{ В}$; 4. $I_{2фн} \geq I_{2фрасч}$, $67,7 \text{ А} \geq 35 \text{ А}$;

Активное сопротивление одной фазы вторичной обмотки трансформатора

($m_2 = 3$ – число фаз вторичной обмотки):

$$R_{тр.ф} = \frac{\Delta P_{кз}}{m_2 \cdot I_{2фн}^2} = \frac{630}{3 \cdot 67,7^2} = 0,046 \text{ Ом.}$$

Полное сопротивление одной фазы вторичной обмотки трансформатора:

$$Z_{mp.\phi} = \frac{U_{кз\%} \cdot U_{2\phi n}}{100 \cdot I_{2\phi n}} = \frac{8,6 \cdot 120,2}{100 \cdot 67,7} = 0,153 \text{ Ом.}$$

Индуктивное сопротивление одной фазы вторичной обмотки трансформатора:

$$X_{mp.\phi} = \sqrt{Z_{mp.\phi}^2 - R_{mp.\phi}^2} = \sqrt{0,153^2 - 0,046^2} = 0,146 \text{ Ом.}$$

Индуктивность одной фазы вторичной обмотки трансформатора:

$$L_{mp.\phi} = \frac{X_{mp.\phi}}{\omega_c} = \frac{0,146}{314} = 0,000464 \text{ Гн,}$$

где $\omega_c = 2 \cdot \pi \cdot f_c = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \text{ рад/с}$ – угловая частота питающей сети.

Среднее значение выпрямленной ЭДС преобразователя при угле управления $\alpha = 0$ (ЭДС холостого хода) [6]:

$$E_{d0} = \frac{U_{2\phi}}{k_{u2\phi}} = \frac{120,2}{0,428} = 281 \text{ В,}$$

$k_{u2\phi}$ - коэффициенты схемы выпрямления по напряжению, для трехфазной мостовой схемы $k_{u2\phi} = 0,428$.

Максимальное значение коэффициента усиления тиристорного преобразователя

$$k_{тп\max} = \frac{\pi \cdot k_{y0} \cdot E_{d0}}{2 \cdot U_{оп\max}} = \frac{3,14 \cdot 1 \cdot 281}{10} = 88,2,$$

где k_{y0} – коэффициент управляющего органа на входе СИФУ, принимаем $k_{y0} = 1$ [8].

Эквивалентное сопротивление от коммутации анодных токов

$$R_{\kappa} = \frac{m_b \cdot x_{\phi.p}}{2 \cdot \pi} = \frac{6 \cdot 0,146}{2 \cdot 3,14} = 0,14 \text{ Ом.}$$

Активное сопротивление силовой цепи преобразователя

$$R_{\text{тп}} = 2 \cdot R_{\text{ф.р}} + R_{\text{к}} = 2 \cdot 0,046 + 0,14 = 0,23 \text{ Ом.}$$

Индуктивность силовой цепи преобразователя

$$L_{\text{тп}} = 2 \cdot L_{\text{тр.ф}} = 2 \cdot 4,64 \cdot 10^{-4} = 9,28 \cdot 10^{-4} \text{ Гн.}$$

Эквивалентная постоянная времени тиристорного преобразователя

$$T_{\text{тп}} = \frac{0,5}{m_{\text{в}} \cdot f_{\text{с}}} = \frac{0,5}{6 \cdot 50} = 0,00167 \text{ с,}$$

где $f_{\text{с}} = 50 \text{ Гц}$ - частота питающей сети.

Так как $I_{\text{дв.макс}} = 123 \text{ А} \geq I_{\text{д.макс}} = 100 \text{ А}$, то принимаем [8].

$$I_{\text{эп.макс}} = I_{\text{дв.макс}} = 100 \text{ А.}$$

Принимаем максимальную скорость электропривода при регулировании скорости по цепи якоря

$$\omega_{\text{эп.макс.я}} = \omega_{\text{дв.н}} = 157 \text{ с}^{-1}.$$

Принимаем максимальную скорость электропривода при регулировании скорости по цепи возбуждения

$$\omega_{\text{эп.макс.в}} = \omega_{\text{дв.н}} \cdot D_{\text{вз}} = 157 \cdot 2,63 = 412,9 \text{ с}^{-1}.$$

3.2 Повышение энергоэффективности освещения цеха путем замены светильников на светодиодные источники света

Искусственное рабочее освещение промышленных помещений создаёт требуемую по нормам освещённость, обеспечивая тем самым необходимые условия работы при нормальном режиме эксплуатации здания. Система общего освещения предназначена для создания одинаковой освещённости по всей площади помещения. Светильники размещают в верхней зоне помещения, как правило, на одной высоте над полом, с одинаковым расстоянием между светильниками.

В соответствии с нормами СНиП и ПУЭ для механического участка предусматривается одно общее освещение, обеспечивающее освещённость порядка 200лк. Для учёта снижения освещённости в процессе эксплуатации вводится коэффициент запаса K_3 , повышающий расчётную освещённость по сравнению с нормируемой. Для механического участка принимаем $K_3=1,3$.

В настоящее время в цехе применена система освещения, состоящая из 20 светильников НВА 400 с лампами высокого давления ДРЛ мощностью 400 Вт каждая.

Технические характеристики светильника серии НВ – НВА:

Источник света: Газоразрядная лампа, ИКЛЛ

Цоколь: E40, E27

Номинальное напряжение: +220 В

Номинальная частота: 50 Гц

Класс защиты по току: II

Класс защиты: IP23, IP65

Евроноормы э/м: Да

Климат.зона ГОСТ 15150: УХЛ2

Комплектация: Электрический бокс светильника, отражатель, стекло (для светильников с IP 65), наклейка (*лампа в комплект поставки не входит)

Цвет корпуса: Черный

Применение: Освещение складов, цехов, спортивных площадок, предприятий.

Производитель: Световые Технологии, Россия.



Рисунок 3.3 – Светильник НВА 400

Таким образом, потребляемая мощность установленных 20 светильников составляет 8000 Вт.

Рассмотрим возможность замены светильников на высокотехнологичные светодиодные промышленные светильники.

В качестве базового рассмотрим промышленный светодиодный светильник 30 Вт DS-Prom-30.



Рисунок 3.4 – Промышленный светодиодный светильник 30 Вт DS-Prom-30.

Технические характеристики светильника DS-Prom-30:

Производитель светодиодов: Samsung

Световой поток: 3540 Лм

Светоотдача: 118 Лм/Вт

Температура цвета: 4700 - 5200К - дневной белый

Индекс цветопередачи, Ra: 75

Срок службы: 75000 часов

Потребляемый ток светильника не более, А: 0.135

Корпус: Анодированный Алюминий

Тип крепления: Подвес

Рассеиватель: Поликарбонат

Угол расхождение светового потока: 120 градусов

Габариты, длина x ширина x высота: 500мм x 85мм x 78мм

Вес: 1.8 кг

Степень защиты: IP 54

Коэффициент пульсации, %: 4

Диапазон рабочих температур: от -40 до 50 °С

Для создания требуемого светового потока в 200 Лм на кв. м. в цехе площадью 300 кв.м., необходим суммарный световой поток в 60000 Лм.

Каждый светильник DS-Prom-30 создает световой поток в 3540 Лм. Таким образом, для создания нормативного освещения цеха, нам необходимо:

$$60000 \text{ Лм} / 3540 \text{ Лм} = 16,95, \text{ то есть } 17 \text{ светильников.}$$

Рассчитаем значение мощности $P_{\text{уст}}$:

$$P_{\text{уст}} = 17 \cdot 30 = 510 \text{ Вт.}$$

Рассчитаем снижение затрат на электроэнергию после модернизации освещения.

$$\Delta \mathcal{E} = (P_{\text{ДРЛ}} - P_{\text{LED}}) \cdot 20,4 \cdot 360 = (8 - 0,51) \cdot 20,4 \cdot 360 = 55007 \text{ кВт}\cdot\text{ч},$$

где: $P_{\text{ДРЛ}}$ – мощность, необходимая для освещения цеха лампами высокого давления ДРЛ 400 Вт;

P_{LED} – мощность, необходимая для освещения цеха промышленными светодиодными светильниками DS-Prom-30.

Принимаем тарифную ставку по электроэнергии 4,2 руб. за 1 кВт·ч, поэтому:

$$\Delta I_{\text{эл.эн}} = \Delta \mathcal{E} \cdot \tau,$$

где $\Delta \mathcal{E}$ – экономия электроэнергии;

τ – тарифная ставка, кВт·ч.

$$\Delta I_{\text{эл.эн}} = 55007 \cdot 4,2 = 231027,55 \text{ руб./год.}$$

Таким образом, при инновационном подходе можно добиться экономии на освещении цеха в 231 тыс. рублей в год.

4. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПУСКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКОГО ЦЕХА В СРЕДЕ MATLAB

4.1. Моделирование процесса пуска электропривода токарного станка

Регулятор скорости построен по следующему принципу: если сигнал скорости двигателя (сигнал обратной связи) меньше заданного, то в таком случае начинаем уменьшать значение угла управления СИФУ, тем самым тиристоры открываются раньше, приложенное напряжение к двигателю больше, соответственно ток двигателя больше, он развивает больший момент и увеличивает скорость. Если сигнал скорости двигателя больше заданного, то в таком случае начинаем увеличивать угол открытия тиристора, уменьшая тем самым приложенное к двигателю напряжение, что приводит к снижению тока двигателя, а также его момента, в результате чего скорость падает. Изменение угла за одно вычисление происходит на величину *step*, которая задана в данном примере как константа (объявлена в начале директивой *#define*).

Для выделения сигнала скорости используем компонент Bus selector (находится в группе Simulink, подгруппа Commonly Used Blocks), который позволяет выделить из шины, по которой идет вектор данных, только нужные сигналы [9].

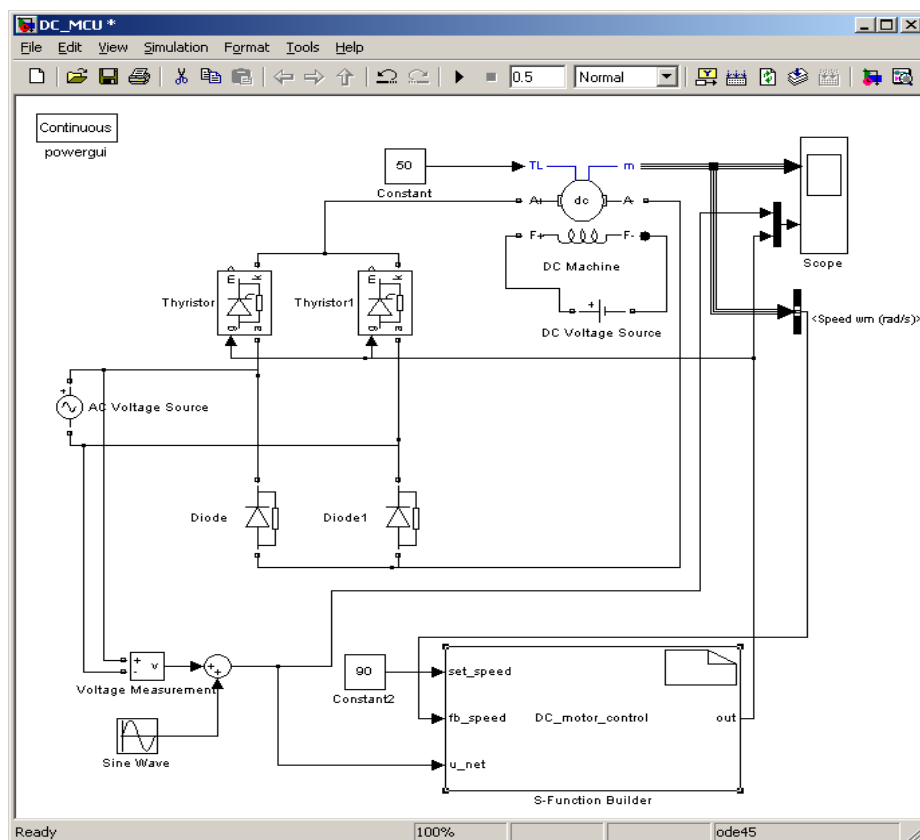


Рисунок 4.5 – Двигатель и система управления с обратной связью по скорости

Теперь система готова к запуску процесса проверки написанного управляющего кода. Устанавливаем время моделирования 1 секунда. Устанавливаем значение заданной скорости 150 (константа на входе `set_speed` S-функции), а задание на момент двигателя – 50 (константа на входе `TL` компонента модели двигателя). Запускаем моделирование, и убеждаемся в том что, система удерживает скорость в районе 150 рад/сек (см. рисунок 4.6).

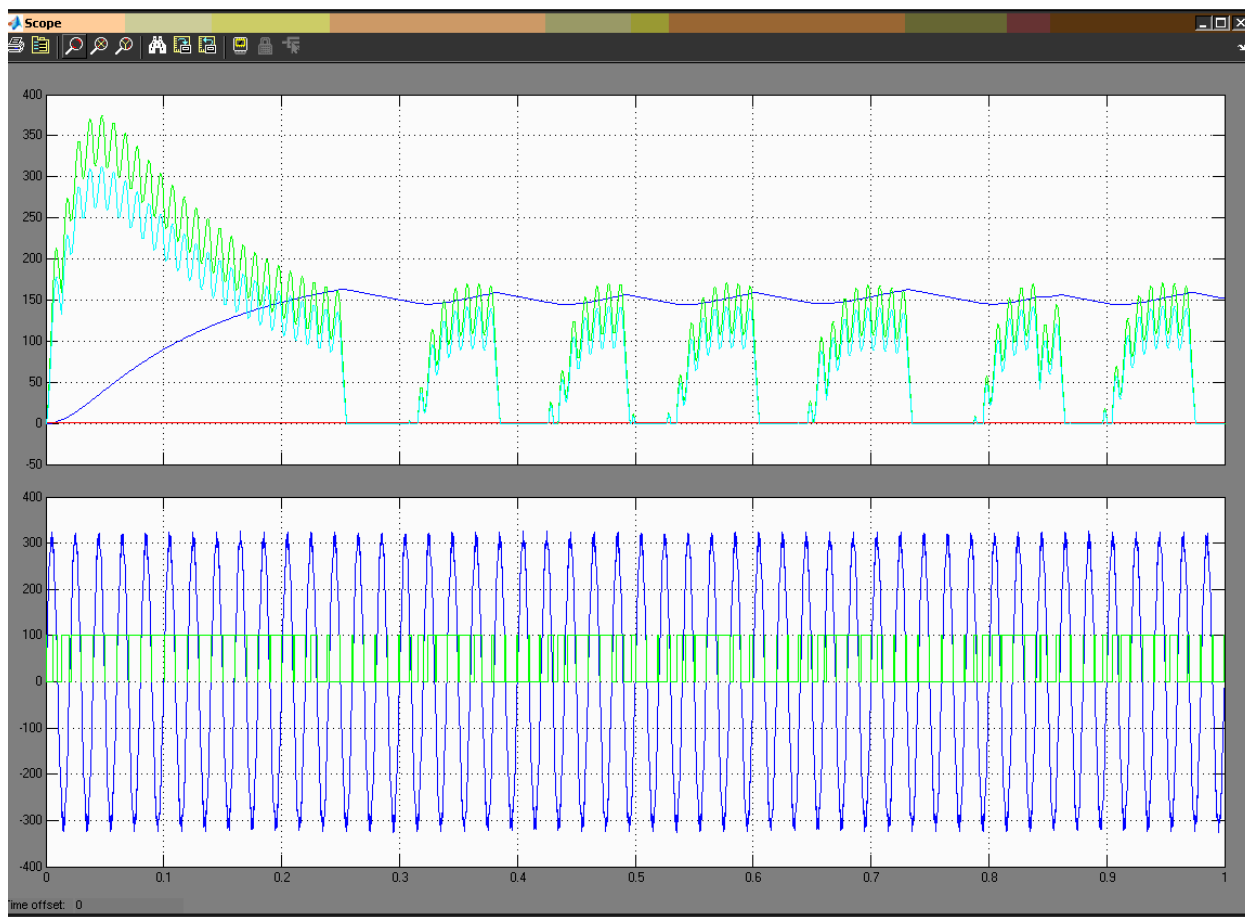


Рисунок 4.6 – Результаты моделирования при заданной скорости 150 рад/с

Дополним нашу модель трехфазным источником переменного напряжения и трехфазным управляемым выпрямителем, чтобы смоделировать подключение электродвигателя токарного станка к трехфазной электрической сети предприятия. Полученная модель представлена на рис. 4.7.

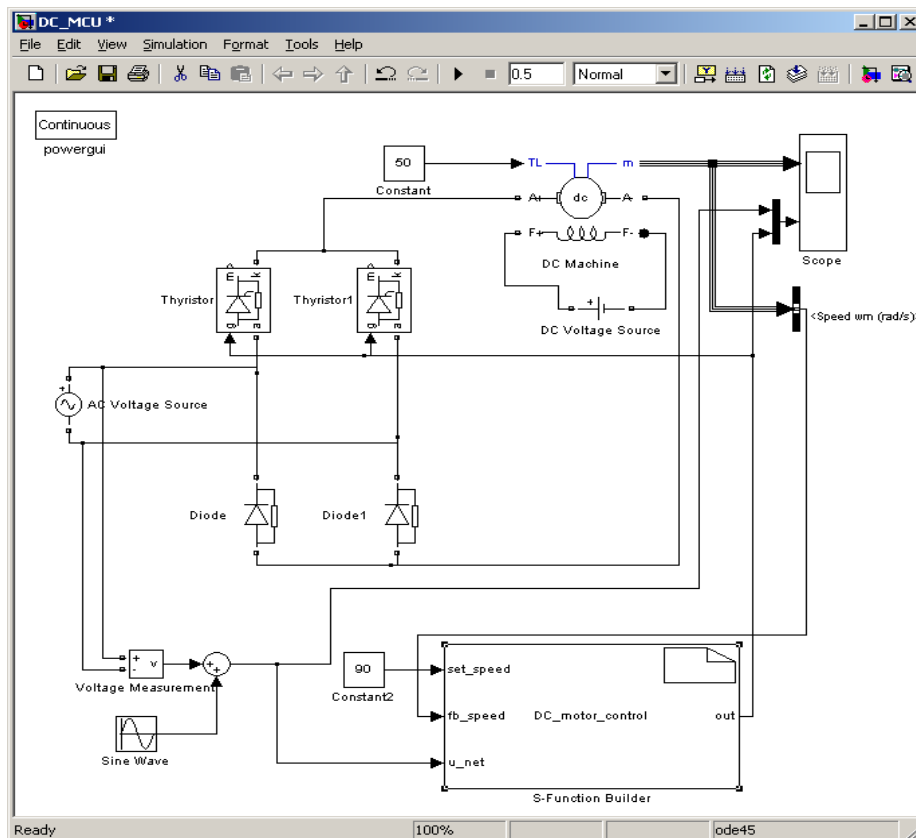


Рисунок 4.7– Модель электродвигателя постоянного тока с питанием от трехфазного источника переменного напряжения и трехфазного управляемого выпрямителя

Проведем исследования собранной модели электродвигателя и системы управления в различных режимах работы.

Для начала, проведем моделирование процесса пуска электродвигателя токарного станка при различной нагрузке на валу. На рисунке 4.8 приведены результаты моделирования нашей модели при нагрузке на валу в 10 Нм. Время моделирования составляло 0,5 сек.

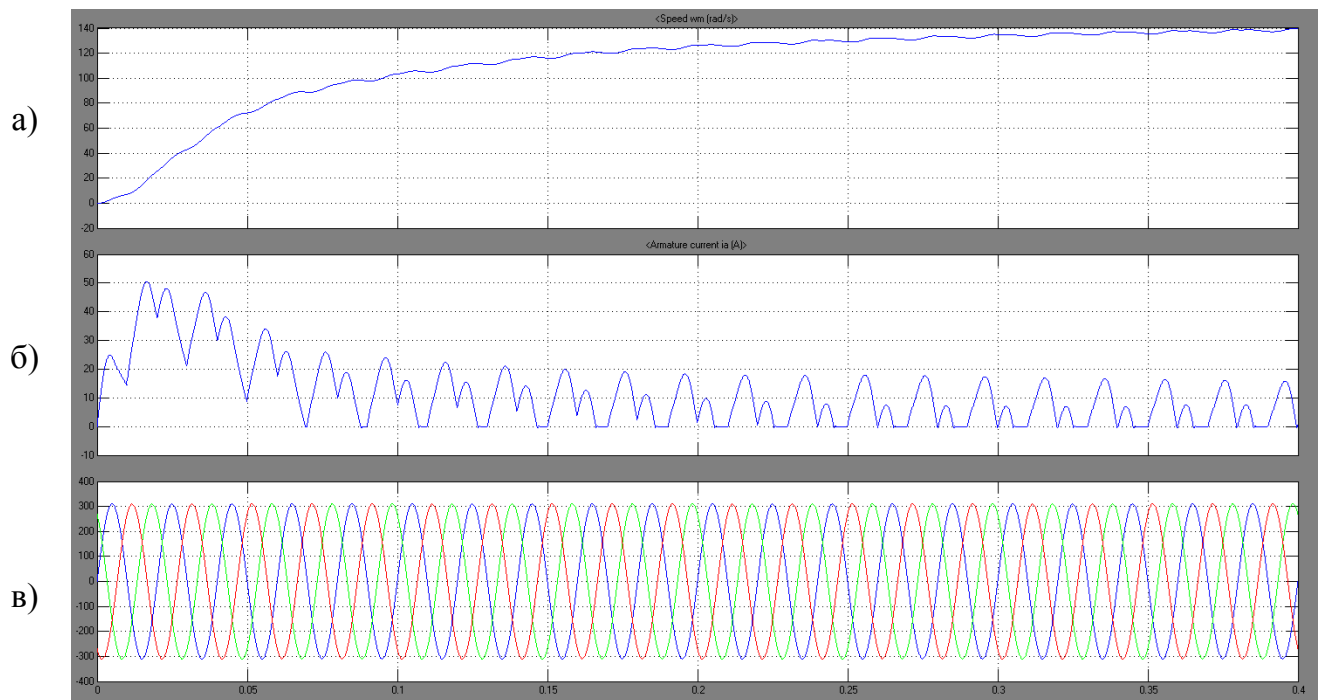


Рисунок 4.8 – Результаты моделирования пуска электродвигателя токарного станка с моментом сопротивления 10 Нм.

(а – зависимость угловой скорости от времени $\omega(t)$, рад/с.; б – зависимость тока якоря от времени, А; в – напряжение трехфазной сети от времени, В)

Повторим моделирование для заданных моментах нагрузки на валу в 50 и 100 Нм. Результаты моделирования представлены на рисунках 4.9 и 4.10.

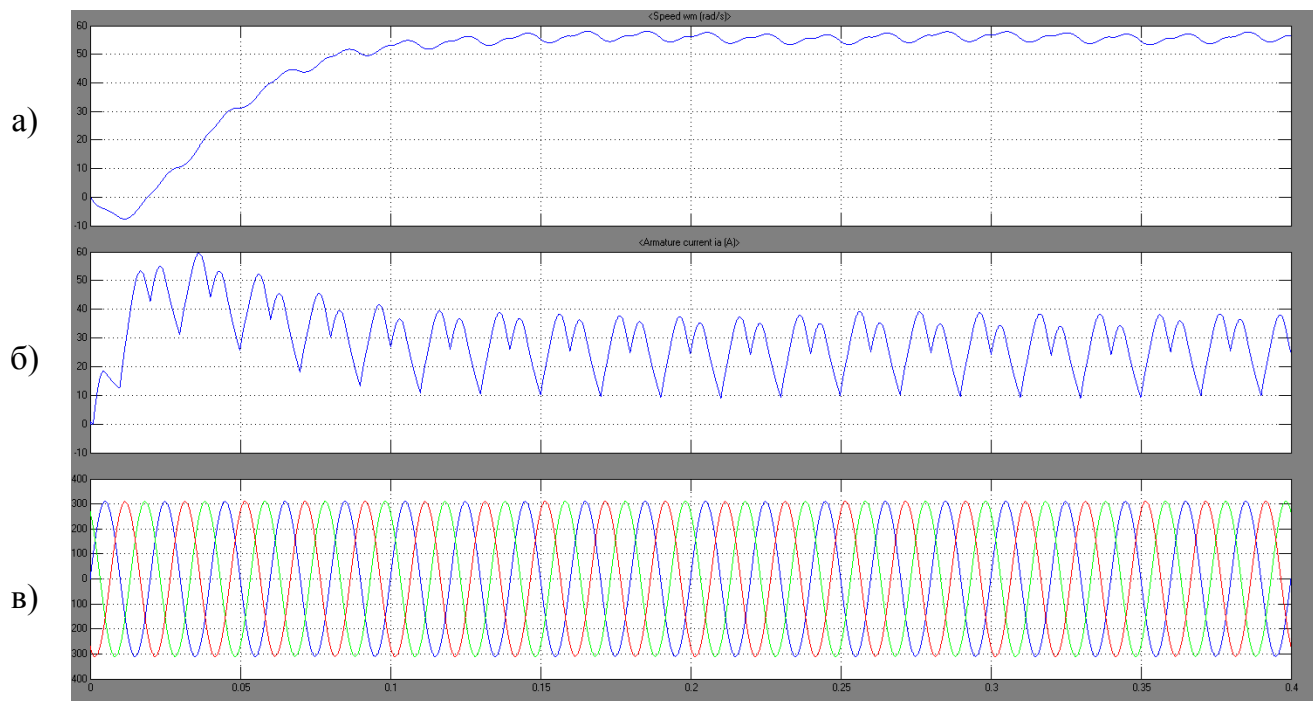


Рисунок 4.9 – Результаты моделирования пуска электродвигателя токарного станка с моментом сопротивления 50 Нм.

(а – зависимость угловой скорости от времени $\omega(t)$, рад/с.; б – зависимость тока якоря от времени, А; в – напряжение трехфазной сети от времени, В)

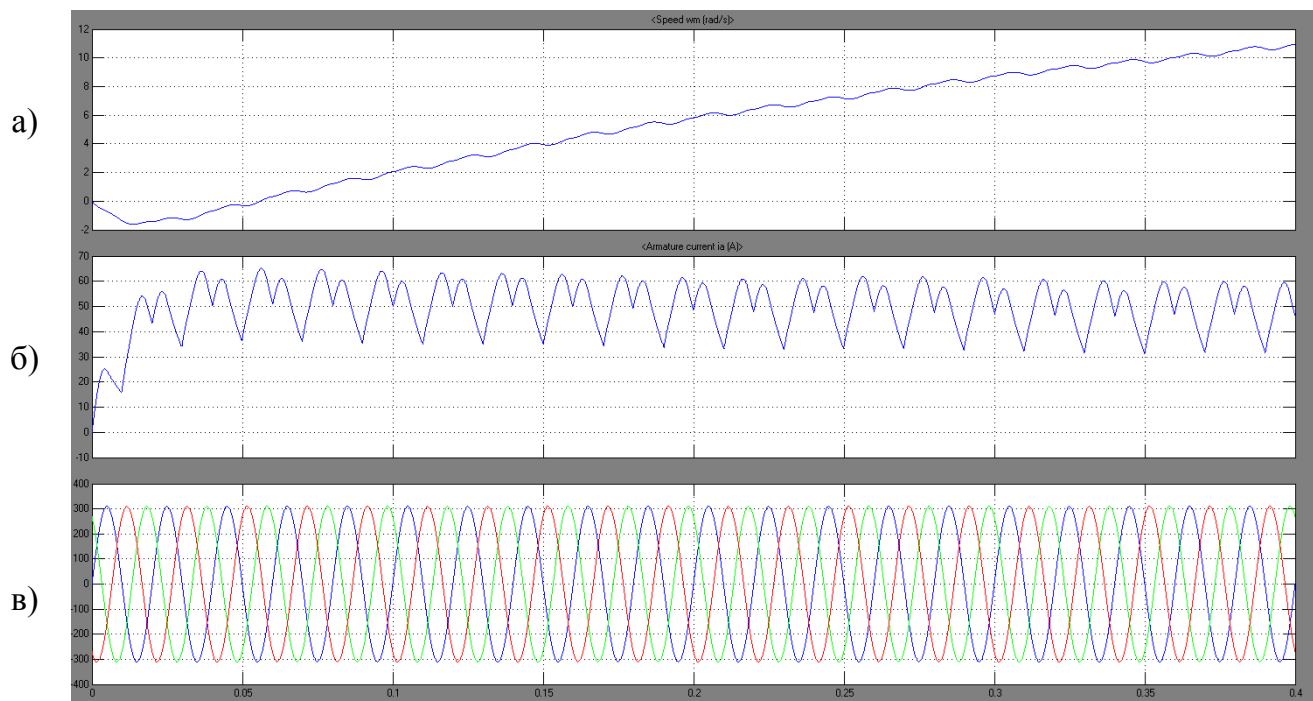


Рисунок 4.10 – Результаты моделирования пуска электродвигателя токарного станка с моментом сопротивления 100 Нм.

(а – зависимость угловой скорости от времени $\omega(t)$, рад/с.; б – зависимость тока якоря от времени, А; в – напряжение трехфазной сети от времени, В)

Выводы.

Как видно из представленных на рисунках 4.8 – 4.10 данных, при увеличении нагрузки на валу, время разгона до заданной скорости значительно увеличивается. Бросок пускового тока также увеличивается. На рисунке 4.10 видно, что при нагрузке в 100 Нм рабочий ток электродвигателя остается высоким на всем протяжении пуска. Все полученные данные согласуются с теорией, поэтому делаем вывод об адекватности нашей модели.

4.2. Моделирование обрыва фазы при работе токарного станка

В данном разделе проведем моделирование аварийной ситуации, которая заключается в обрыве фазного провода. Таким образом, на электрооборудование токарного станка будет приходиться напряжение с 2-х фаз.

Проведем моделирование данной аварийной ситуации при различных моментах нагрузки на валу электродвигателя в 10, 40, 50 и 60 Нм. Результаты проведенного моделирования представлены на рисунках 4.11-4.14.

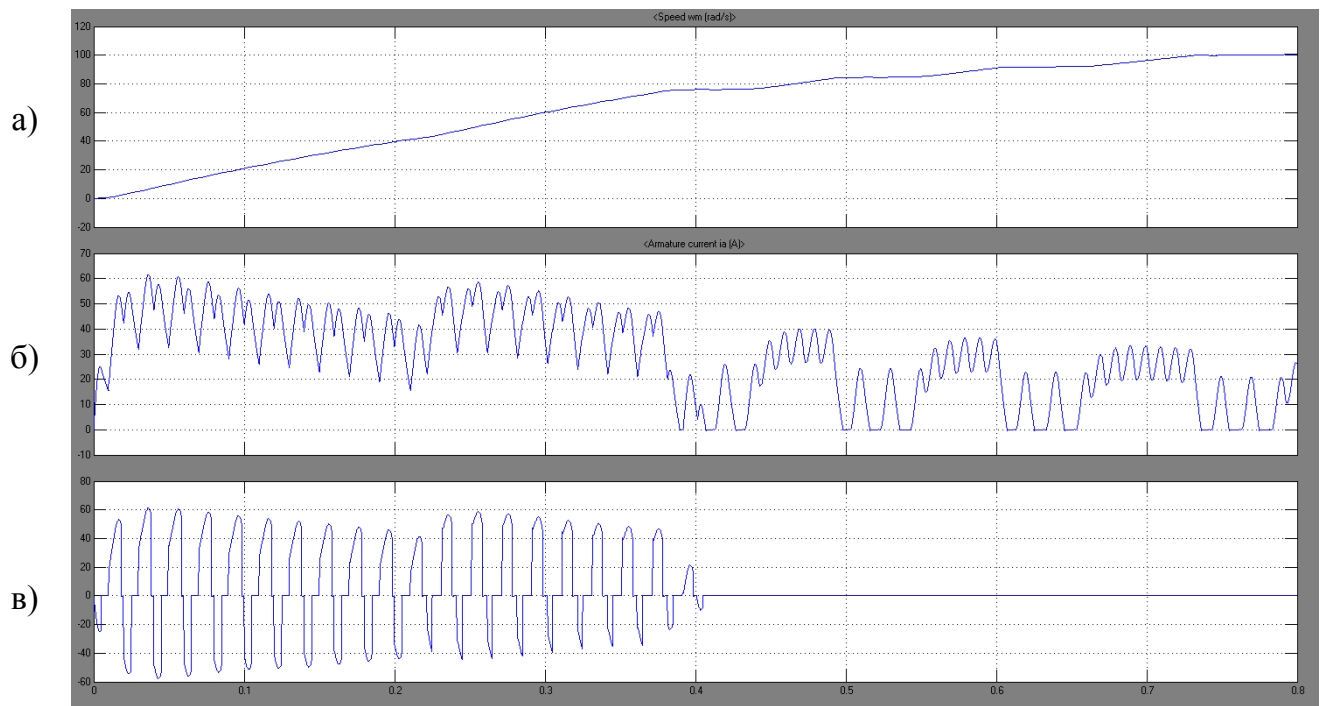


Рисунок 4.11 – Результаты моделирования обрыва фазы при работе электродвигателя с моментом сопротивления 10 Нм.

(а – зависимость угловой скорости от времени $\omega(t)$, рад/с.; б – зависимость тока якоря от времени, А; в – зависимость фазного тока от времени, А)

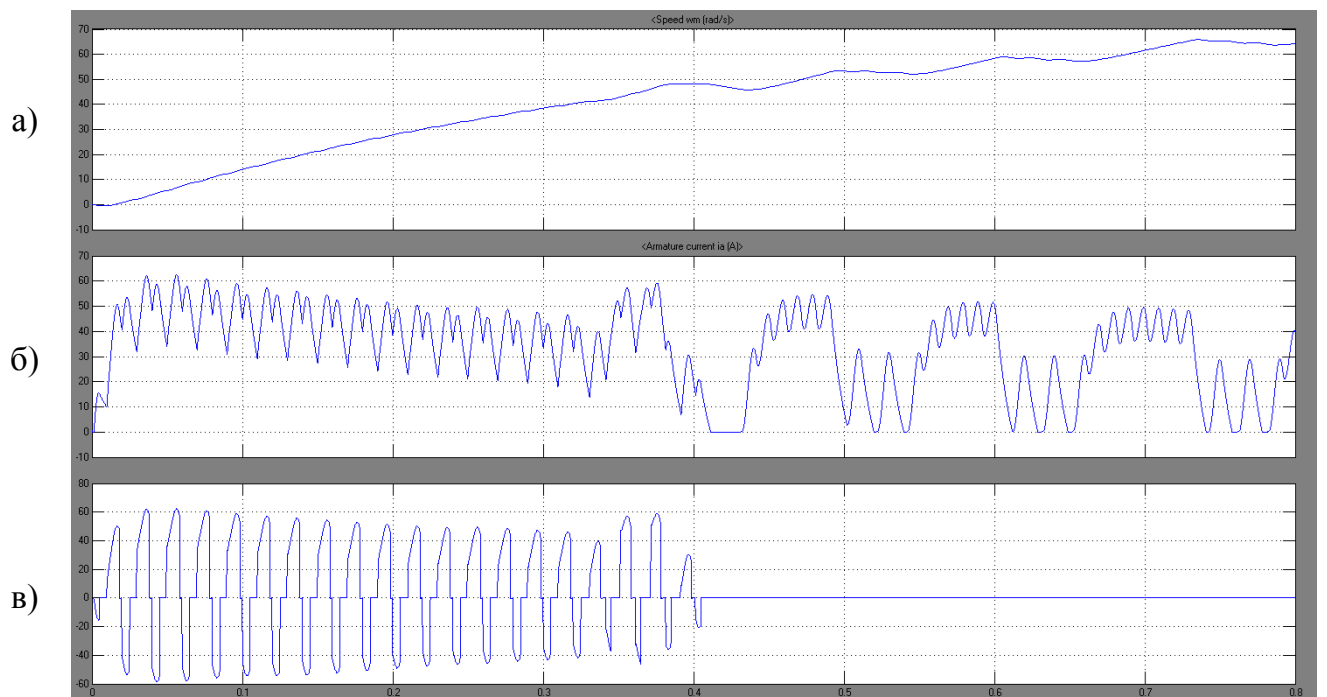


Рисунок 4.12 – Результаты моделирования обрыва фазы при работе электродвигателя с моментом сопротивления 40 Нм.

(а – зависимость угловой скорости от времени $\omega(t)$, рад/с.; б – зависимость тока якоря от времени, А; в – зависимость фазного тока от времени, А)

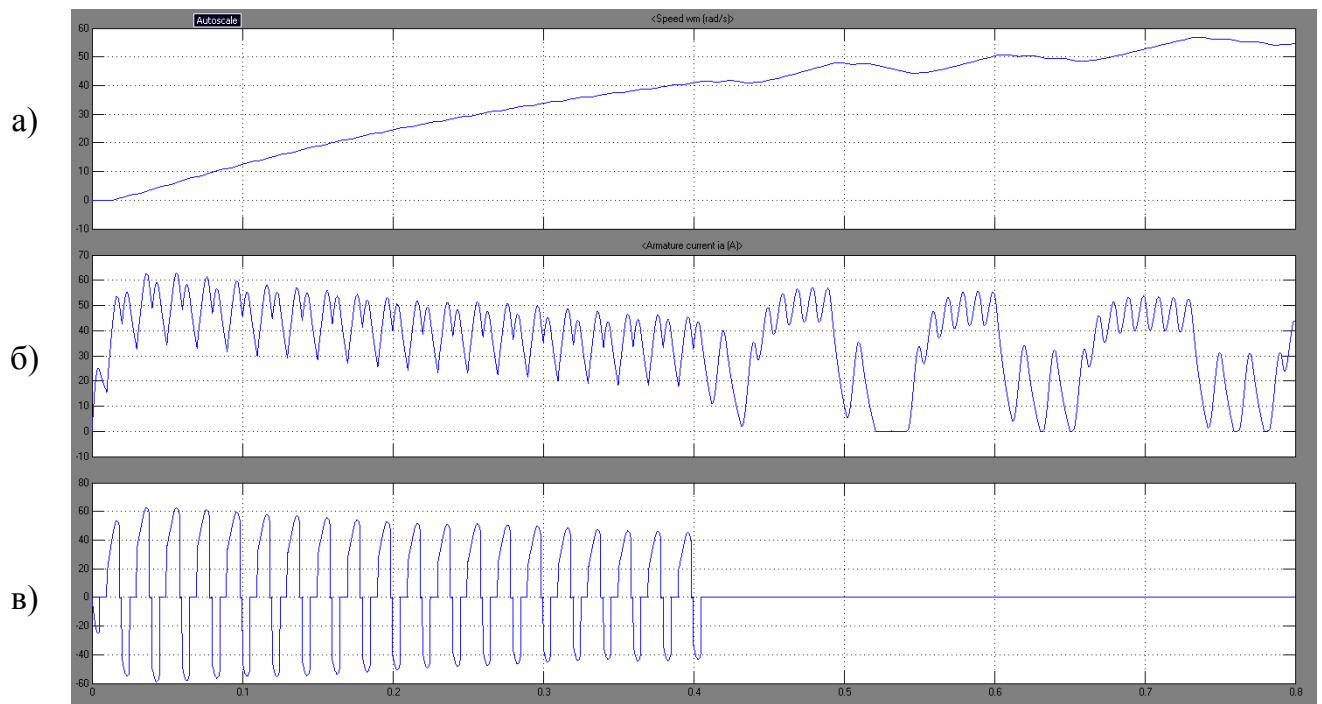


Рисунок 4.13 – Результаты моделирования обрыва фазы при работе электродвигателя с моментом сопротивления 50 Нм.

(а – зависимость угловой скорости от времени $\omega(t)$, рад/с.; б – зависимость тока якоря от времени, А; в – зависимость фазного тока от времени, А)

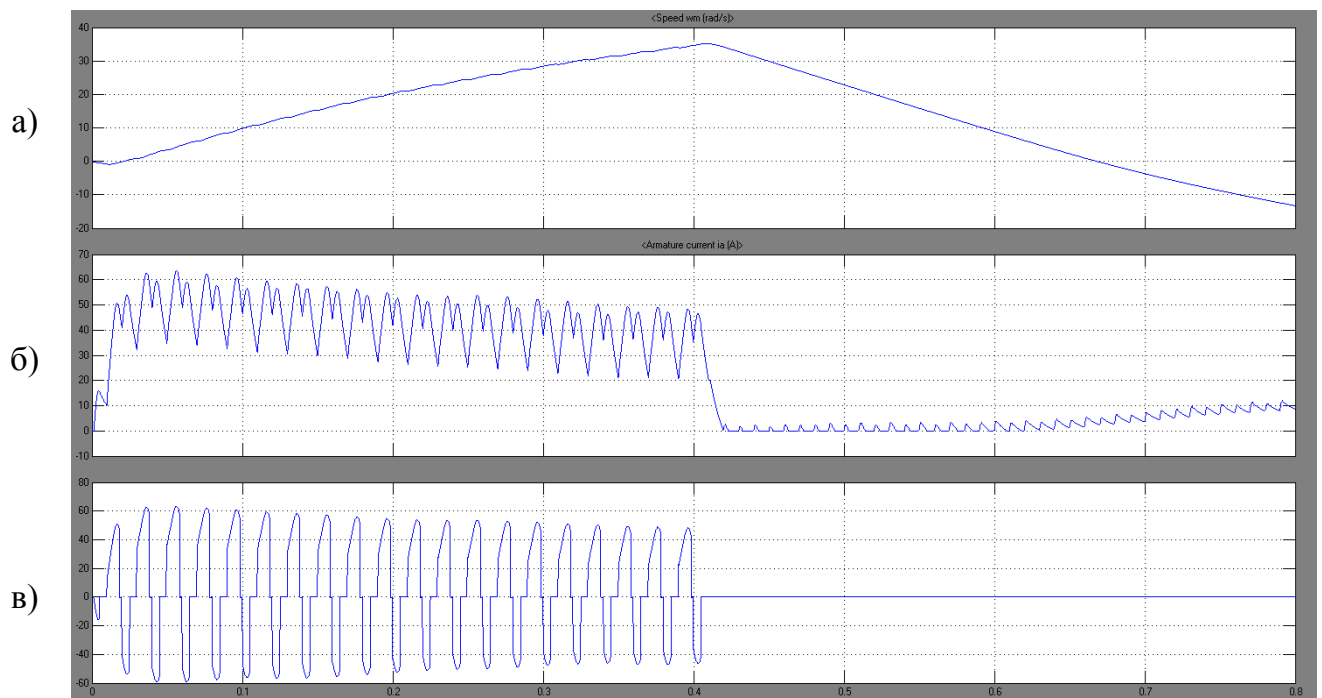


Рисунок 4.14 – Результаты моделирования обрыва фазы при работе электродвигателя с моментом сопротивления 60 Нм.

(а – зависимость угловой скорости от времени $\omega(t)$, рад/с.; б – зависимость тока якоря от времени, А; в – зависимость фазного тока от времени, А)

Выводы.

Как видно из представленных на рисунках 4.11 – 4.14 данных, при обрыве фазы резко увеличивается ток электродвигателя и возникают колебания тока и скорости. При увеличении нагрузки на валу, время разгона до заданной скорости значительно увеличивается, а амплитуда колебаний возрастает. Следует отметить, что при нагрузке в 100 Нм и обрыве фазы, разгон электродвигателя полностью прекращается. Таким образом, при данной аварийной ситуации работа электродвигателя невозможна.

Таким образом, при инновационном подходе можно добиться экономии на освещении цеха в 231 тыс. рублей в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе рассмотрены вопросы повышения энергоэффективности и энергосовместимости оборудования ремонтно-механического цеха предприятия.

Подробно рассмотрено снижение потерь электроэнергии на примере модернизации силовой части токарного станка 16K20Ф3. Проведено моделирование процессов пуска электропривода токарного станка ремонтно-механического цеха в среде Matlab. Также проведено моделирование обрыва фазы при работе токарного станка. Экономического эффект от внедрения предложенной системы составит 199 тыс. рублей в год на один станок со сроком окупаемости оборудования, необходимого для модернизации, менее 1 года.

Продемонстрирован новый подход в повышении энергоэффективности ремонтно-механического цеха путем замены светильников на светодиодные источники света. Экономический эффект от внедрения предложенной системы составит 231 тыс. рублей в год.

Таким образом, при инновационном подходе можно добиться экономии электроэнергии в ремонтно-механическом цехе порядка 1-2 млн. рублей в год.