

## ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ С УЧЕТОМ ВНЕШНИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Ю.В.Чиков, Э.Р.Байбурин, В.Ю.Алексеев  
Россия, г. Уфа, Уфимский государственный нефтяной технический университет

В настоящей статье рассматривается модель асинхронного электродвигателя в переменных «входы-выходы» созданная в среде моделирования Simulink v.4 математического пакета Matlab v.7. С помощью модели производится анализ переходных процессов при различных видах, длительности и удаленности короткого замыкания в питающей электрической сети.

In present article is viewing model of asynchronous electric motor in variables «entrance-departure», created in environment of modeling Simulink v.4 mathematical packet Matlab v.7. With the help of given model is making analysis transient processes at various forms, duration and remoteness short circuit in feed power system.

Основной особенностью современного промышленного производства является повышенные требования к бесперебойности электроснабжения. Причиной большинства нарушений электроснабжения являются короткие замыкания (КЗ) в электрической сети, которые могут привести к повреждению оборудования, нарушению технологического процесса и как следствие к длительному перерыву в работе предприятия.

Для анализа влияния КЗ в электрической сети и исследования динамических процессов, возникающих в электродвигателях при переходных режимах, необходима комплексная математическая модель электрической сети и электродвигателей при КЗ.

Для исследования динамических процессов, происходящих в электродвигателе (ЭД) при КЗ в питающей сети, разработана математическая модель в переменных «входы-выходы» для неподвижной системы координат x-y, позволяющая анализировать токи, напряжения и потокосцепление ротора в ненормальных режимах работы.

Систему уравнения математической модели асинхронного двигателя (АД) можно представить в виде [1]:

$$\begin{cases} U_{1x} = \Psi_{1x} \cdot i_{1x} + \frac{d}{dt} M \cdot i_{1x} \\ U_{2x} = \frac{d}{dt} M \cdot i_{2x} + \Psi_{2x} \cdot i_{2x} + L_{2y} \omega_2 \cdot i_{2x} + M \omega_2 \cdot i_{2x} \\ U_{2y} = -M \omega_2 \cdot i_{2y} - L_{2y} \omega_2 \cdot i_{2y} + \Psi_{2y} \cdot i_{2y} + \frac{d}{dt} M \cdot i_{2y} \\ U_{1y} = \frac{d}{dt} M \cdot i_{1y} + \Psi_{1y} \cdot i_{1y} \\ M_{\omega} = M \cdot (i_{1y} \cdot i_{2x} - i_{1x} \cdot i_{2y}) \\ J \frac{d\omega_2}{dt} + M_c = M_{\omega} \end{cases}$$

Модель АД в системе переменных «входы-выходы», созданная на основании этой системы уравнений показана на рисунке 1. Данная модель АД позволяет на основании изменения входных воздействий, которыми являются: фазное напряжение обмотки статора  $U_{1x}$ , момент сопротивления на валу двигателя  $M_c$  и скорость вращения магнитного поля статора, анализировать физические переменные, характеризующие поведение АД при аварийных режимах работы питающей сети.

Каждый блок модели включает в себя параметры Т-образной схемы замещения двигателя, рассчитанные на основании его паспортных данных [2].

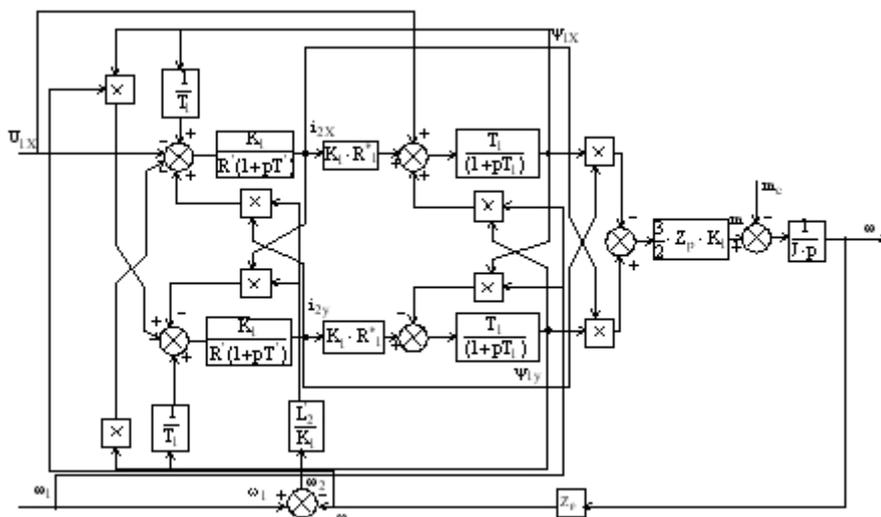


Рисунок 1- Структурная схема АД управляемого в переменных “входы-выходы”

Для расчета параметров представленной модели была использована среда моделирования Simulink v.4 математического пакета Matlab v.7, в котором разработана модель АД представленная на рисунке 2. Блоки Ramp1, Ramp2 и Ramp служат для задания характеристик входных величин питающего напряжения, частоты и характеристики момента сопротивления  $M_c$  на валу АД. С помощью блоков Saturation, Sum и Product производятся стандартные функции отсечения входного сигнала, суммирования и умножения соответственно.

Параметры коэффициентов и передаточных функций модели АД типа ВАО-560М8 представлены в таблице.

Снятие временных характеристик тока ротора, потокоцепления и ЭДС ротора по осям x и y осуществляют блоки осциллографов Scope.

На блок Ramp1 подается сигнал, изменяющий напряжение по линейному закону от до значения базисного напряжения.

Таблица. Параметры коэффициентов передаточных функций для АД типа ВАО-560М8 в именованных единицах

Параметры коэффициентов передаточных функций		Значения параметров блока Fcn.	
$\frac{K_1}{R(1+pT_1)}$	$\frac{0,973}{1,479+p \cdot 0,000916}$	$K_1 = \frac{L_m}{L_1}$	0,973
$\frac{T_1}{(1+pT_1)}$	$\frac{0,011}{(1+p \cdot 0,011)}$	$L_2' = \frac{L_1 L_2 - L_m^2}{L_1}$	0,0009156
$\frac{1}{J \cdot p}$	$\frac{1}{81 \cdot p}$	$\delta = 1 - \frac{L_m^2}{L_1 L_2}$	0,109
Значения передаточных функций блока Transfer Function.		$T_1 = \frac{L_1}{R_1'}$	0,011
Физическая величина	Значение	$R' = K_1^2 R_1' + R_2'$	1,479
$R_1'$	0,72, Ом	$T' = \frac{L_2'}{R}$	0,000619
$R_2''$	0,798, Ом	$\frac{1}{T_1}$	90,9
$L_{1m} \approx L_{2m}$	0,00769, Гн	$\frac{L_2'}{K_1}$	0,000941
$L_1$	0,0079, Гн	$K_1 \cdot R_1'$	0,7

$L_2$	0,0084, Гн	$\frac{3}{2} \cdot Z_{\Sigma} \cdot K_1$	5,838
-------	------------	--	-------

Это напряжение отсекается блоком Saturation на значении равно напряжению фазы статора.

Входные сигналы напряжения и угловой скорости поступают на блоки Sum и Product, и затем регистрируются блоком Scope [3].

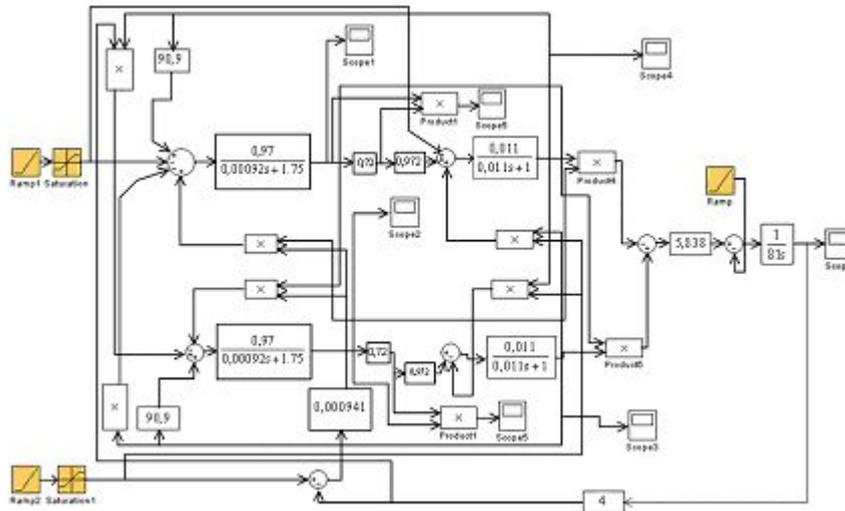


Рисунок 2 - Модель одной фазы асинхронного двигателя.

Разработанная модель позволяет анализировать процессы выбега АД при КЗ в электрической сети, а также процессы пуска и самозапуска АД после отключения поврежденного участка сети и восстановления напряжения питания.

#### Список использованной литературы

1. Сивокобыленко В.Ф., Костенко В.И. Математическое моделирование электродвигателей собственных нужд электрических станций. Донецк, ДПИ, 1979. - 110 с.
2. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных электродвигателей./ под. ред. Л. Г. Мамиконянца.: 4-е изд. перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1984.-240 с.
3. Черных И.В. SimPowerSystems. Моделирование электротехнических устройств и систем в Simulink 4.-М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2004.-207с.: ил.