

УДК 004.942

## Модель асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в SimPowerSystems

*Ирешев Д.В., студент*

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кафедра «Специальная робототехника и мехатроника»*

**Феоктистова Е.В., студент**

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кафедра «Специальная робототехника и мехатроника»*

**Бажинова К.В., студент**

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
кафедра «Специальная робототехника и мехатроника»*

[kafsm7@sm.bmstu.ru](mailto:kafsm7@sm.bmstu.ru)

### 1. Актуальность

Модель асинхронного двигателя из раздела библиотеки *SimPowerSystems* даётся как показано на рисунке 1.

Клеммы *A*, *B*, *C* служат для подключения к трёхфазному напряжению. Параметры асинхронного двигателя вводятся в абсолютных единицах. К выходу *m* подключается специальный демультиплексор *Machines Measurement Demux*. По входу  $T_m$  задаётся активный момент нагрузки в Нм.

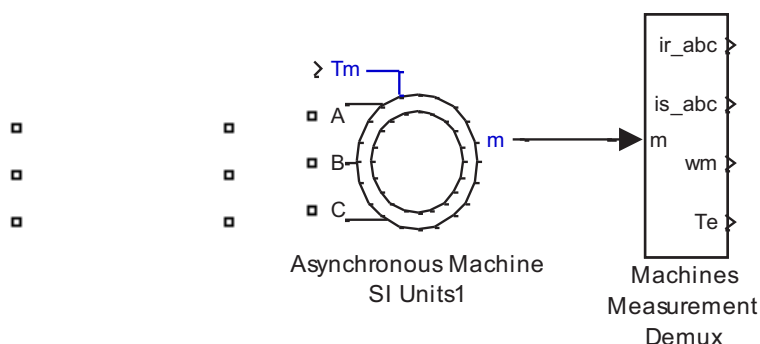


Рис. **Ошибка! Текст указанного стиля в документе отсутствует..** Модель асинхронного двигателя библиотеки *SimPowerSystems*

Промоделируем пуск-реверс двигателя при прямом включении в сеть. На рисунке 2 представлена схема моделирования процесса пуска-реверса асинхронного

короткозамкнутого двигателя при включении на фазное напряжение 220 В, 50 Гц (380 В линейное) с реверсом путём изменения порядка чередования фаз с помощью переключателей *Switch* и *Switch1*. Время моделирования принято 0,6 с и реверс через 0,3 с. Активный момент нагрузки задан 30 Нм. Для построения динамической механической характеристики использован графопостроитель *XY Graph*.

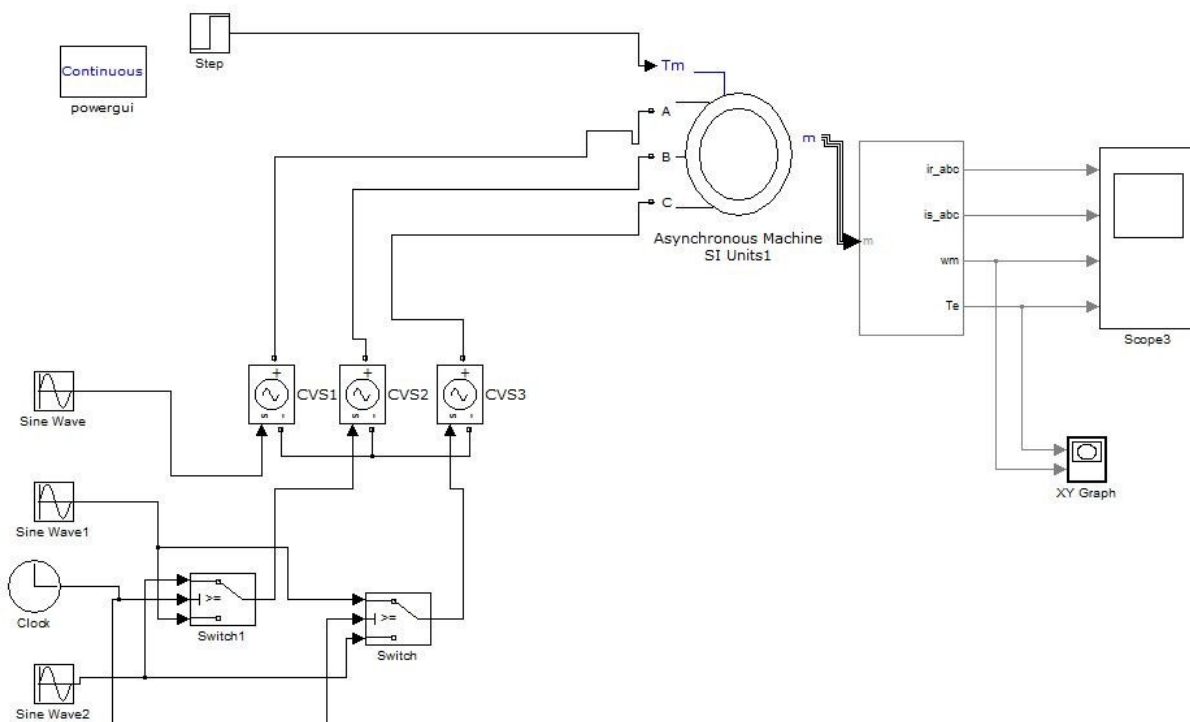


Рис. 2. Модель асинхронного двигателя при прямом включении в сеть

Результаты моделирования процесса пуска – реверса представлены на рисунке 3. Зависимость токов от времени представлены для каждой фазы.

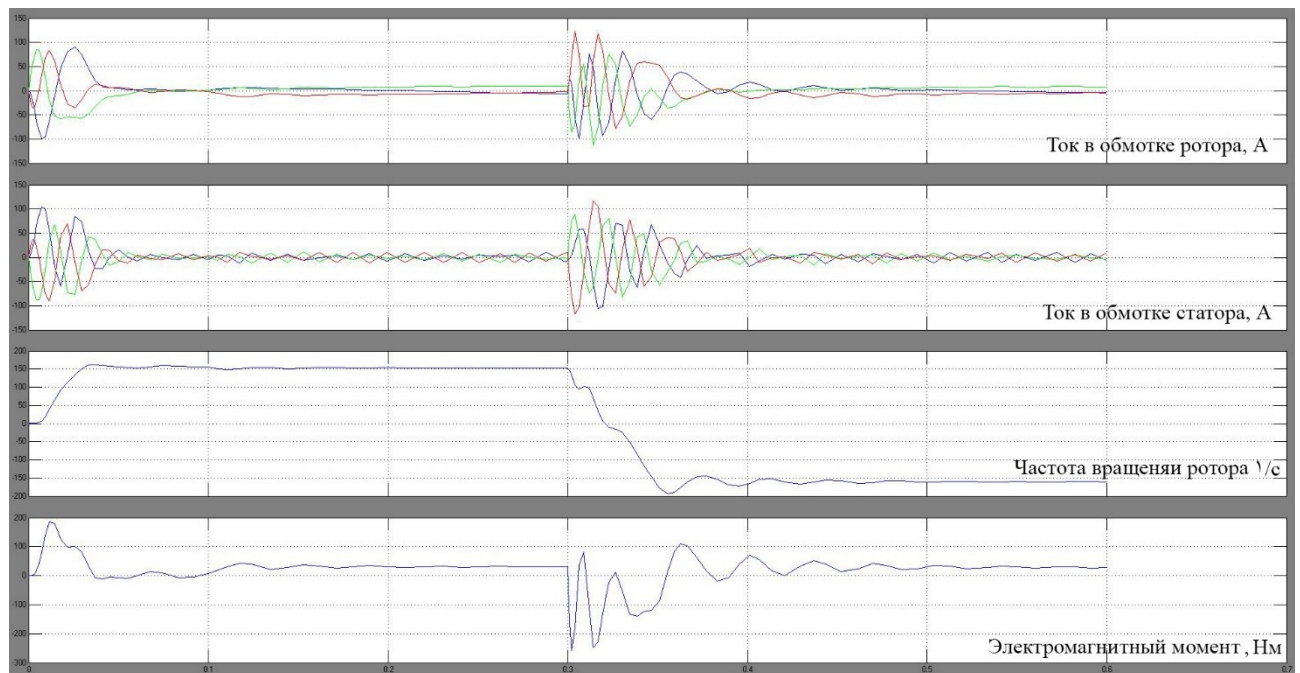


Рис. 3. Результаты моделирования пуска-реверса, зависимость токов от времени

На первом временном отрезке от 0 до 0,3 с на двигатель подаётся напряжение с прямым чередованием фаз, идёт разгон двигателя под нагрузкой 30 Нм «вперёд». Пусковой ток в обмотке статора достигает амплитудного значения 100 А. Ток в обмотке ротора достигает значения 82 А. Электромагнитный момент двигателя носит колебательный характер, что приводит к ухудшению пусковых свойств двигателя и является недостатком асинхронного двигателя. Максимальное значение текущего значения момента составило при пуске «вперёд» 184 Нм. По мере увеличения частоты вращения, колебания момента двигателя затухают, интенсивность роста частоты вращения возрастает. При этом ток статора уменьшается при неизменной частоте 50 Гц, ток в обмотке ротора тоже уменьшается. Это объясняется выбором неподвижной системы координат. В установившемся режиме (текущее время чуть менее 0,3 с) частота вращения достигает значения 154 1/с, момент двигателя 30,15 Нм (при нагрузке 30 Нм), амплитудное значение тока статора 11 А, амплитудное значение тока ротора 9 А.

В момент времени 0,3 с производится реверс двигателя путём изменения порядка чередования фаз. Эту задачу выполняют переключатели Switch. Идёт переходный процесс реверса: ток в обмотке ротора достигает амплитудного значения 123 А, частота тока в обмотке ротора чуть менее 100 Гц. Идёт противоточное торможение (двигатель включен «назад», а ещё вращается «вперёд»). Момент двигателя по-прежнему имеет колебательный характер, максимальное значение составляет -260 Нм. По мере уменьшения частоты вращения колебательность момента затухает, частота вращения

достигает нулевого значения и начинает расти в отрицательной области. Частота вращения достигает значение  $-195 \text{ 1/с}$ , превышающее частоту идеального холостого хода  $154 \text{ 1/с}$ , это свидетельствует о том, что двигатель работает в режиме генераторного торможения и развивает момент положительный  $31,5 \text{ Нм}$ . Ток ротора и статора уменьшились до установившегося значения, соответствующего нагрузке  $30 \text{ Нм}$ .

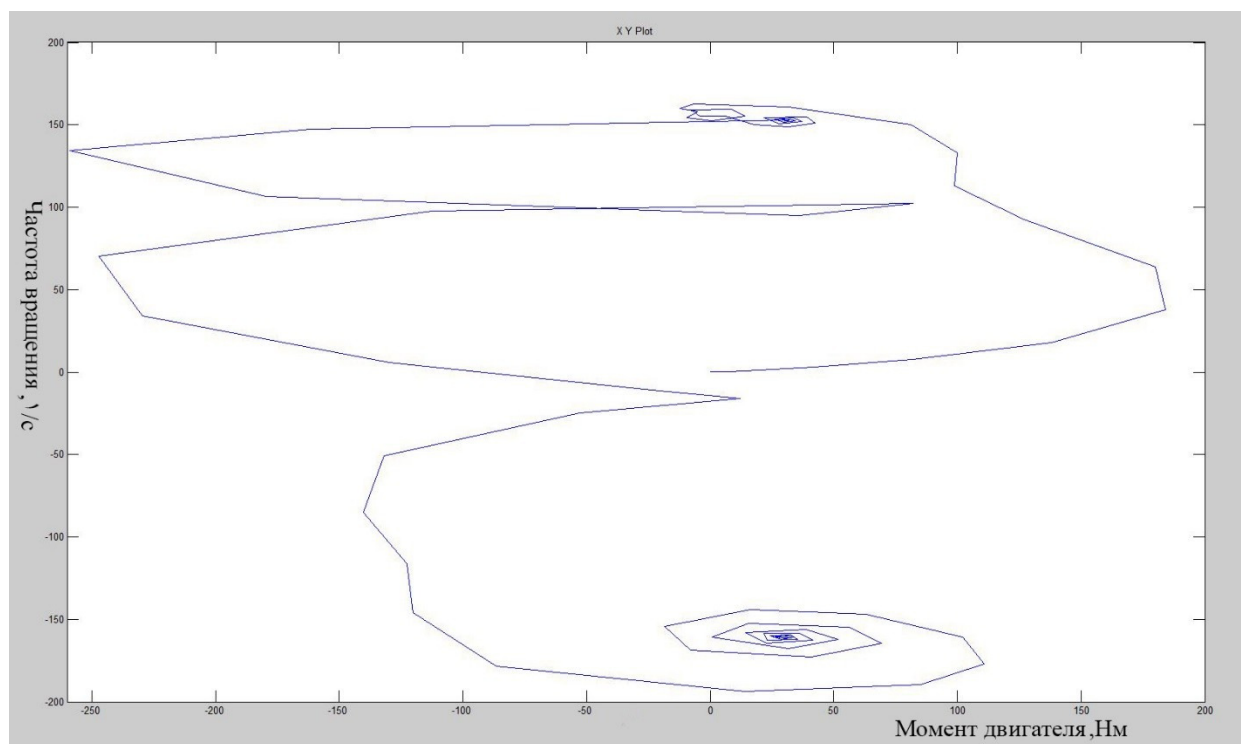


Рис. 4. Механическая характеристика при пуске-реверсе

На рисунке 4 приведена снятая при пуске – реверсе механическая характеристика двигателя. Колебательный характер момента при пуске и реверсе весьма существенно изменяет вид механической характеристики. При пуске максимальное значение момента достигает около  $190 \text{ Нм}$ , однако, среднее значение, определяющее интенсивность пуска невелико.

*Вывод:* модель двигателя можно ввести только активный момент. Виртуальный двигатель из библиотеки *SimPowerSystems* не способен работать с реактивной нагрузкой, тем более со смешанной.

## 2. Модернизация модели асинхронного двигателя

Схема двигателя Asynchronous Mashine SI представлена на рисунке 5.

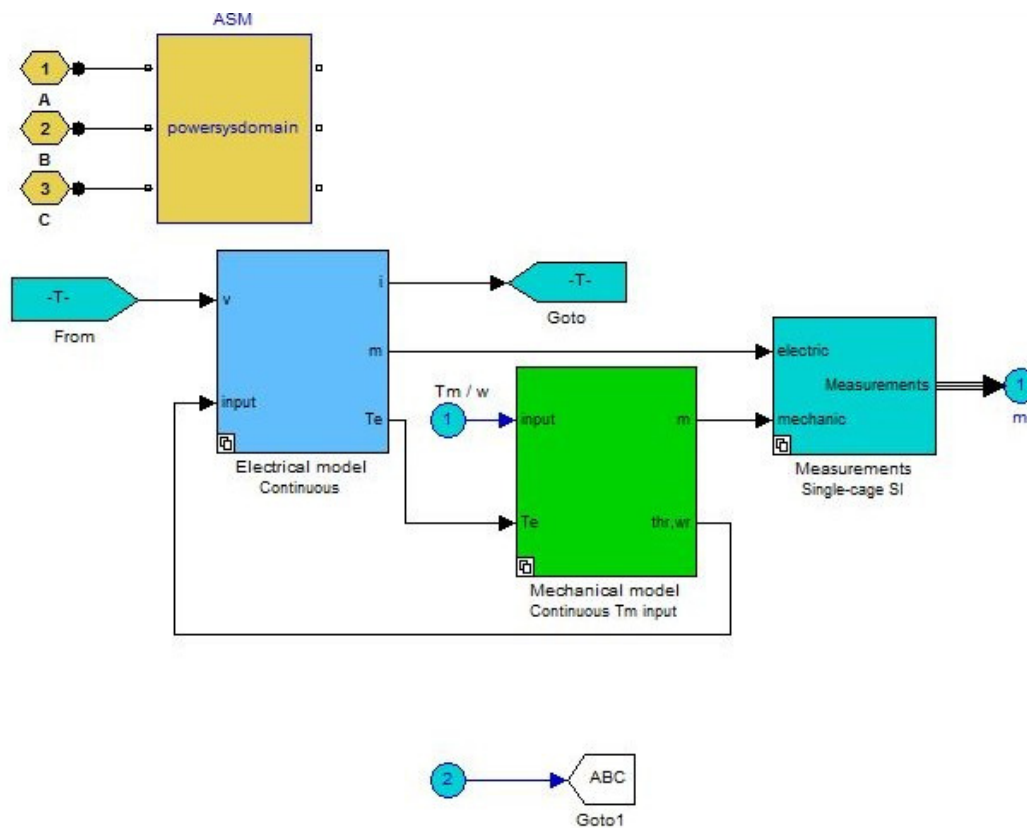


Рис. 5. Схема двигателя *Asynchronous Mashine SI*

В блок *ASM\_mechanics* внесены изменения, связанные с моделированием реактивного момента нагрузки. Для модернизации используем модель реактивной нагрузки, приведённой на рисунке 6. На рисунке 7 - блок *Subsystem* являющейся логическим элементом, добавкой к модели двигателя.

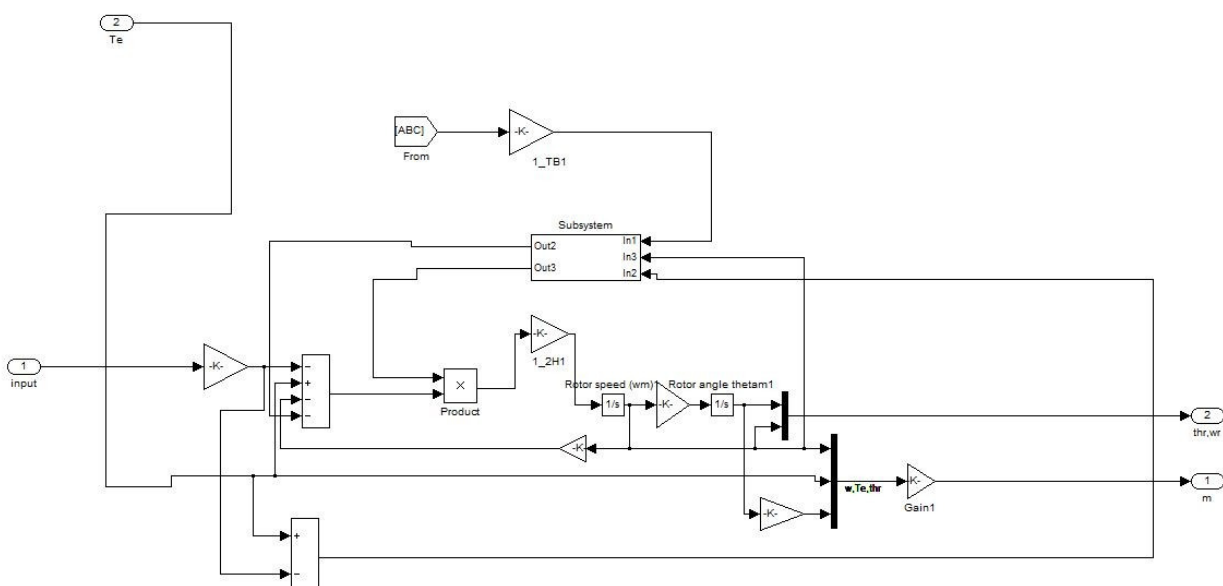


Рис. 6. Модель реактивной нагрузки

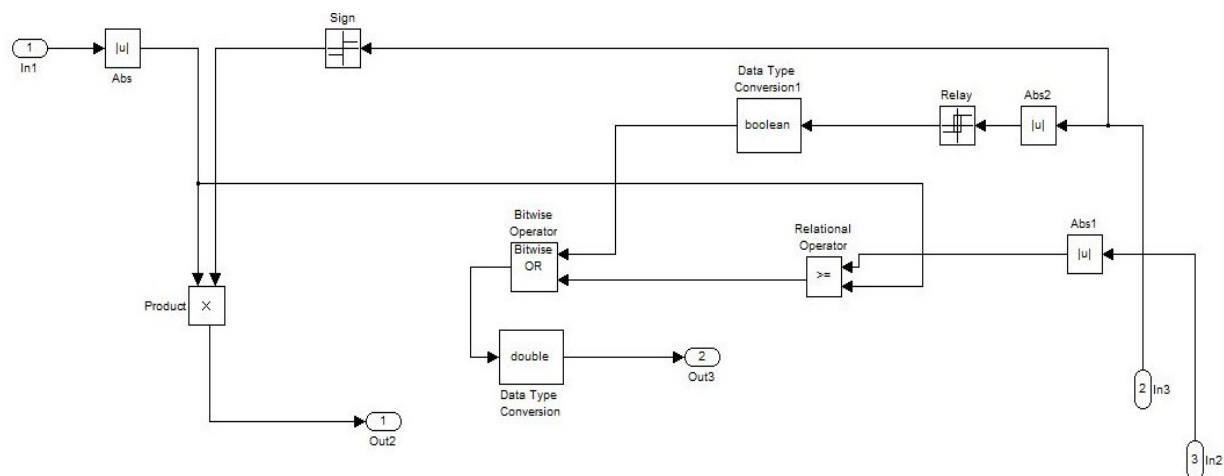


Рис. 7. Блок Subsystem

На выходе *Out 3* действует выходной сигнал логического управляющего устройства, преобразованный из двоичной формы в алгебраическую (числовую). Выход *Out 3* подключается к множительному элементу *Product*. Через второй вход множительного элемента замыкается прерываемый вход интегратора. Если выход управляющего устройства равен 0, то на вход интегратора подается нулевой сигнал (блокировка решения дифуравнения). Если выход принимает единичное значение, то на выходе множительного элемента действует сигнал, действующий на втором входе множительного элемента. Реализации моделей электромеханической части двигателей постоянного тока и переменного не имеют принципиальных различий, то есть разработанная добавка (рис.7) может быть использована для двигателей как постоянного, так и переменного тока.

Блоки *Abs* и *Relay* выделяют нулевое значение частоты вращения двигателя с преобразованием выходного сигнала блока *Relay* в логический  $x$  с помощью блока *Convert*.

Блок сравнения *Relational* формирует логический сигнал  $z$  на втором входе элемента *ИЛИ* (*Bitwise OR*). Отметим, что сравнение момента на валу двигателя с учетом воздействия активного момента нагрузки производится с сигналом  $TL$ , который задан и должен быть всегда положительным по знаку.



### 3. Моделирование пуска – реверса модернизированной модели асинхронного двигателя

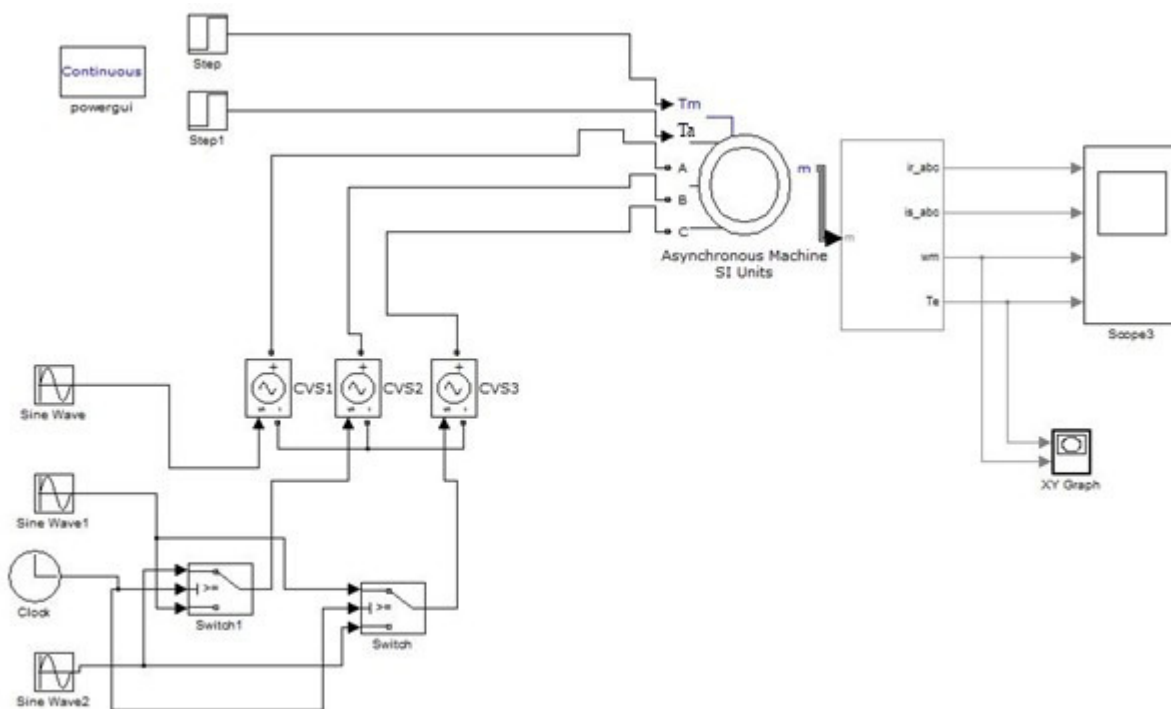


Рис. 8. Модернизированная модель асинхронного двигателя

Результаты моделирования процесса пуска – реверса электропривода представлены на рисунках 9 и 10.

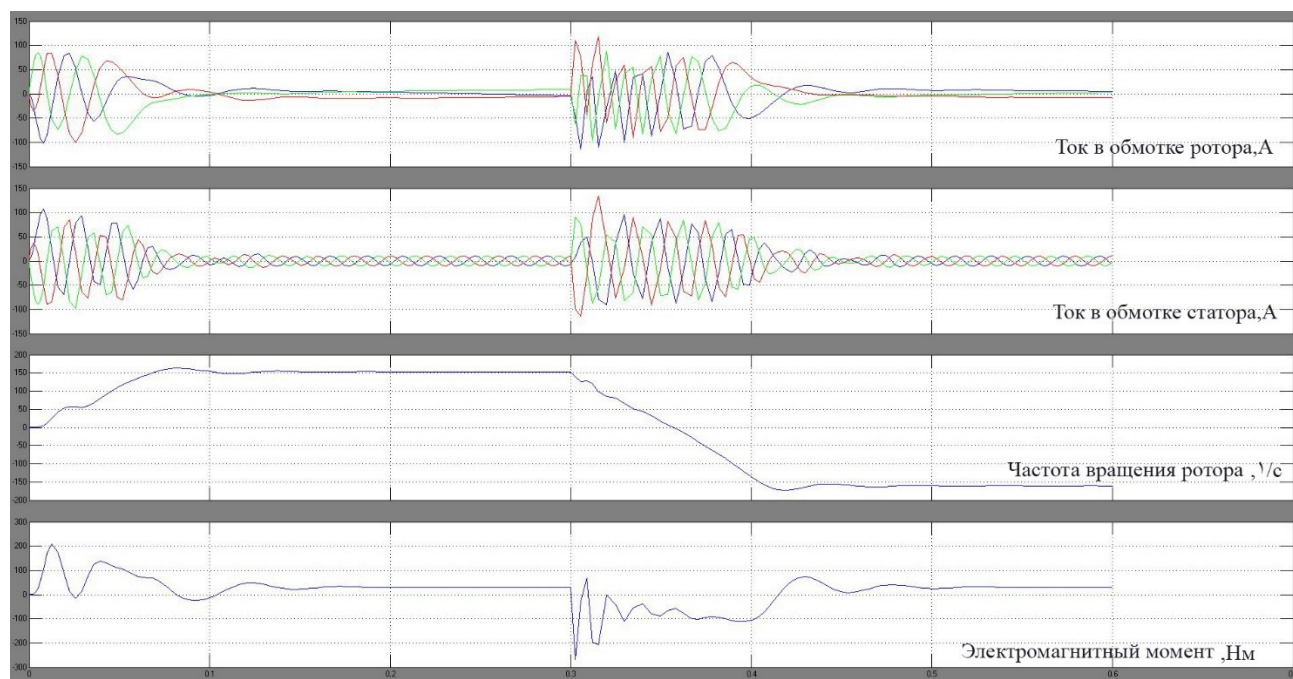


Рис. 9. Результаты моделирования пуска-реверса, зависимость токов от времени

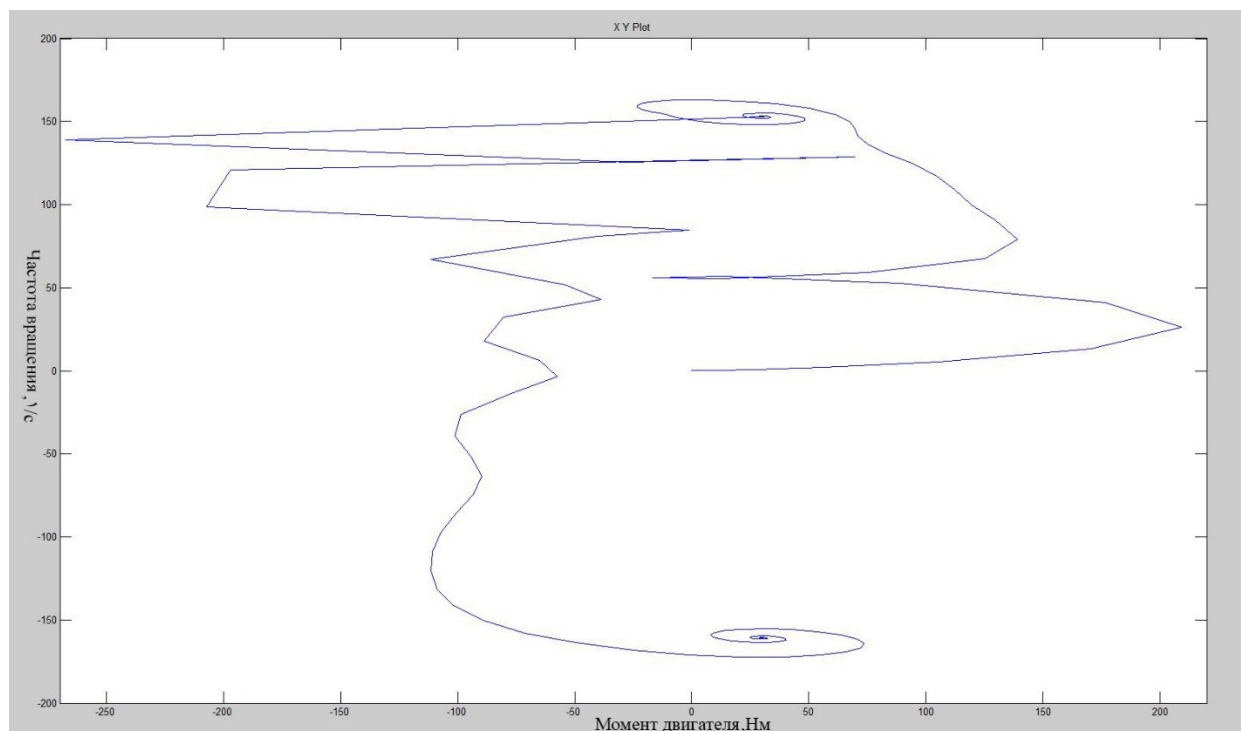


Рис. 10. Механическая характеристика пуска-реверса

#### 4. Заключение

В приведённом примере решалась задача: показать, что модернизированная модель асинхронного двигателя способна работать с реактивным моментом нагрузки. Анализ полученных результатов доказывает, что модернизированные модели двигателя работают с реактивным моментом нагрузки.

#### Список литературы

1. Гулятьев А.В. Визуальное моделирование в среде MATLAB: учебный курс. – СПб: Питер, 2000. – 432 с.
2. Поздеев А.Д. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах. – Чебоксары: Изд-во Чувашского университета, 1998. 172 с.
3. Терёхин В.Б. Моделирование систем электропривода. –Томск: Изд-во томского политехнического университета, 2008. –293 с.