

УДК 519.876.5

## **КОМПЬЮТЕРНОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ РЕВЕРСИВНЫМ КОММУТАТОРОМ**

Еремочкин С.Ю., к.т.н., доцент

Жуков А.А., магистрант, 8Э-23, I курс

Дорохов Д.В., магистрант, 8Э-23, I курс

Научный руководитель: Стальная М.И., к.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова  
г. Барнаул

Как известно, значительная часть энергопотребления приходится на трехфазный асинхронный электропривод. Однако, в некоторых случаях, ввиду неповсеместного трехфазного электроснабжения, использование трехфазных электродвигателей не представляется возможным. В таком случае, предлагается использование однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора, ведомого однофазной сетью переменного тока. Данное устройство предназначено для использования в электроприводе переменного тока, и позволяет осуществлять запуск трехфазных асинхронных электродвигателей от однофазной питающей сети.

При выборе тех или иных устройств управления и питания, наибольшую значимость представляют механические и рабочие характеристики электродвигателей, а так же графики протекающих в них переходных процессов [1]. С целью получения данных характеристик было выполнено компьютерное имитационное моделирование работы трехфазного электродвигателя при питании от однофазной сети переменного тока с помощью однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора.

На рисунке 1 представлена принципиальная электрическая схема однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора, ведомого однофазной сетью переменного тока.

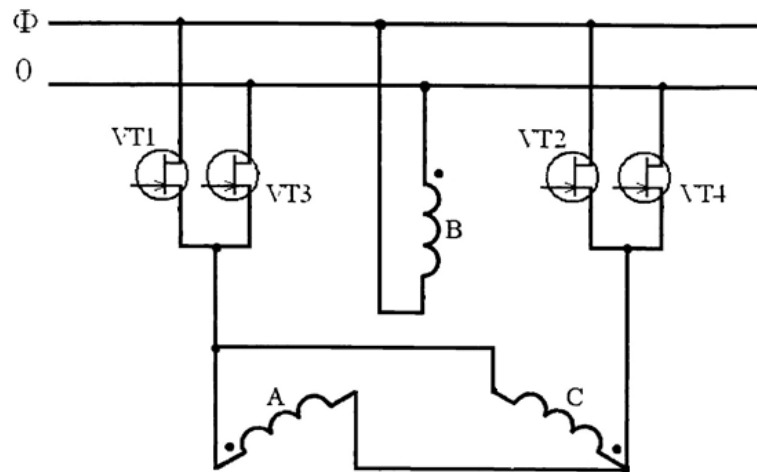


Рисунок 1 - Принципиальная электрическая схема однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора, ведомого однофазной сетью переменного тока

Устройство содержит четыре полупроводниковых ключа, в качестве каждого из которых использован полевой транзистор (VT1-VT4). Стоки транзисторов VT1 и VT2 соединены с фазой питающей сети, а стоки транзисторов VT3 и VT4 соединены с нулем. Истоки транзисторов VT1 и VT3 соединены с началом «А» и концом «С» статорных обмоток, а истоки транзисторов VT2 и VT4 соединены с концом «А» и началом «С» статорных обмоток. При этом начало обмотки «В» подключено к нулю питающей сети, а её конец подключен к фазе [2].

Имитационное моделирование основывается на проведении исследований на моделях, которые имитируют поведение реальных физических объектов, процессов и систем во времени в течение заданного периода. Любая компьютерная имитационная модель разбивается на элементарные явления, подсистемы и модули, которые описываются наборами математических уравнений и алгоритмов, имитирующих их с сохранением структуры и действительной последовательности протекания.

На рисунке 2 представлена имитационная модель питания асинхронного электродвигателя при использовании однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора, разработанная в среде компьютерного имитационного моделирования SimInTech. Параметры электродвигателя для имитационной модели выбраны в соответствии с паспортными данными электродвигателя марки «4АА50В4У3» [3].

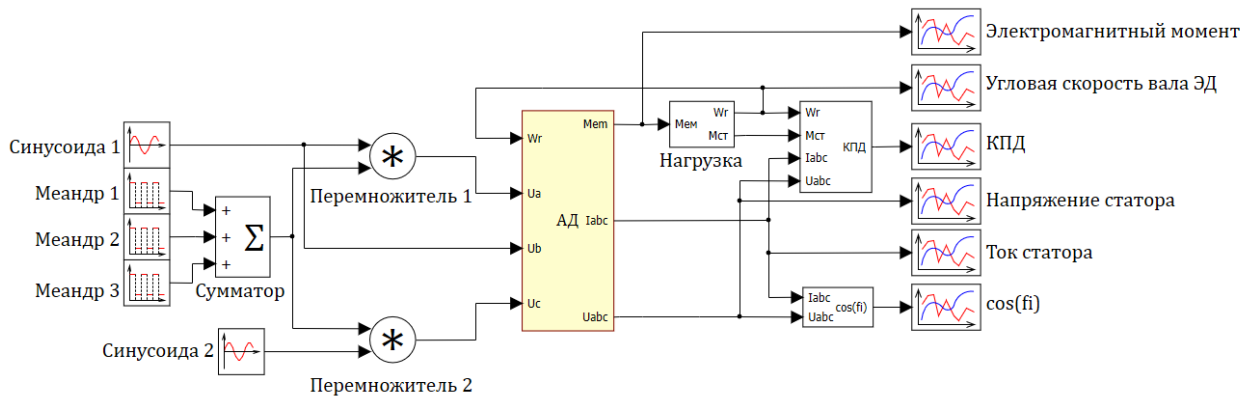


Рисунок 2 – Имитационная модель асинхронного электропривода при использовании однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора

Изменяя величину момента нагрузки на вал электродвигателя и фиксируя установившиеся значения угловой скорости вращения вала электродвигателя, построим статическую механическую характеристику (Рисунок 3).

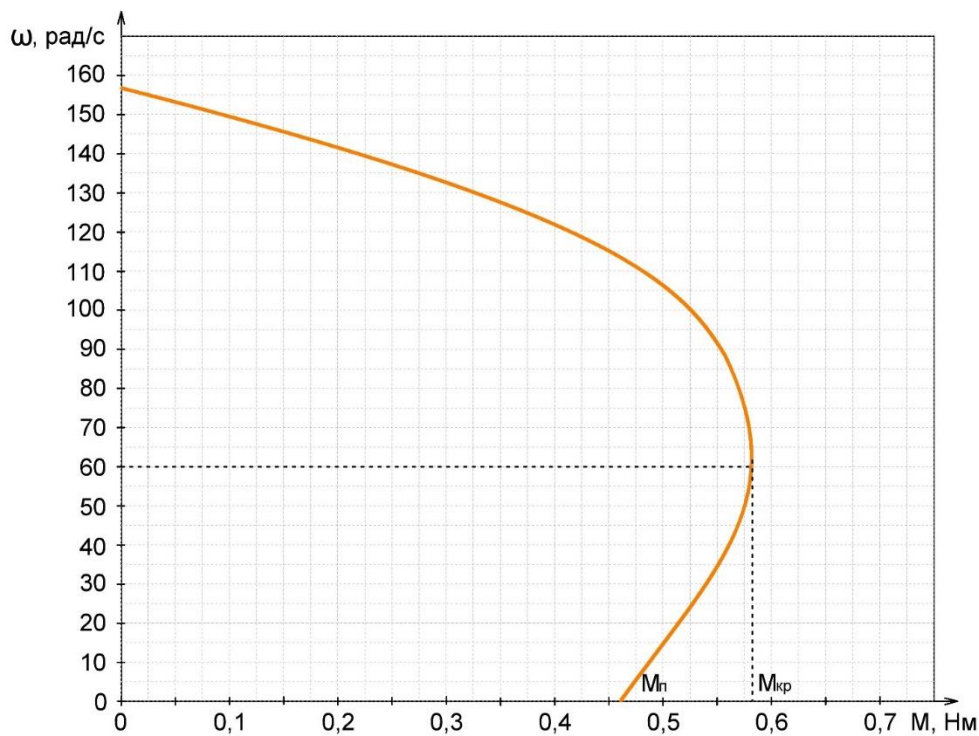
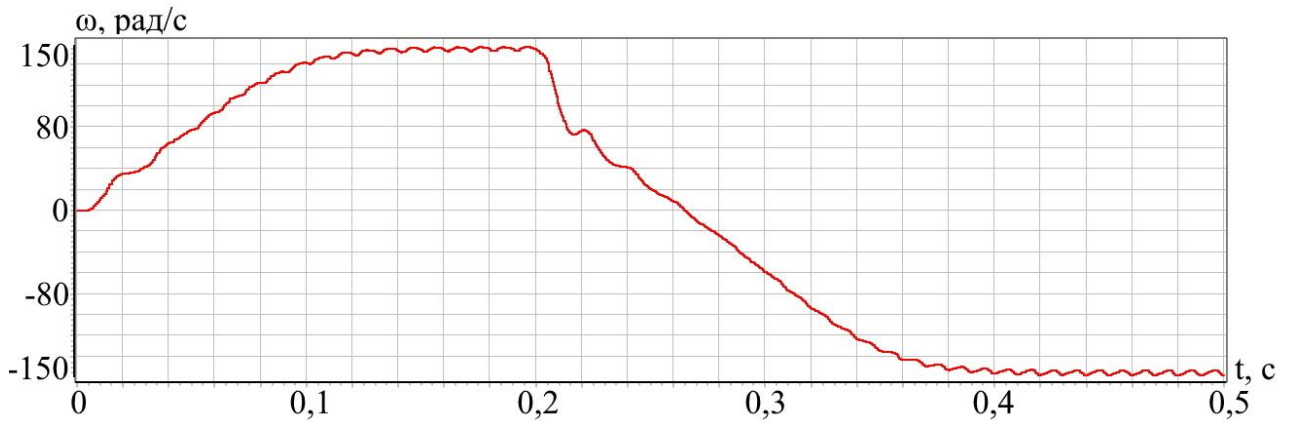


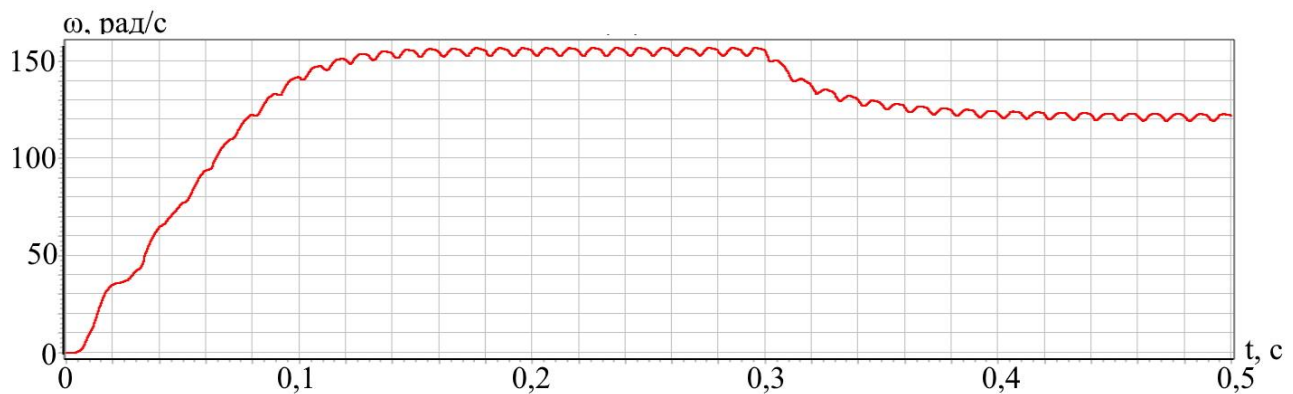
Рисунок 3 — Статическая механическая характеристика электродвигателя при питании с помощью однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора

С помощью имитационной модели были получены осциллограммы изменения угловой скорости вала при пуске, торможении противовключением, реверсе, а также работе под нагрузкой для асинхронного электродвигателя при

питании с помощью однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора. Осциллограммы имеют вид, представленный на рисунке 4.а) и 4.б).



а)



б)

Рисунок 4 — Осциллограмма изменения угловой скорости в режиме пуска, торможения противовключением и реверса (а) и осциллограмма изменения угловой скорости в режиме пуска и работы под нагрузкой (б)

Как видно из осциллограммы, представленной на рисунке 4.а) в установившееся состояние угловая скорость вала электродвигателя при пуске приходит через 0,14 с. Торможение противовключением начинается с момента времени 0,2 с. и заканчивается в момент времени 0,265 с. (длительность 0,065 с.). В установившееся состояние угловая скорость вала электродвигателя при реверсивном включении приходит в момент времени моделирования 0,405 с., соответственно время до наступления установившегося состояния при пуске и реверсе совпадает (равняется 0,14 с.).

Как видно из осциллограммы, представленной на рисунке 4.б) при мгновенном набросе момента сопротивления (0,4 Нм) через 0,3 с. на вал электродвигателя, к установившемуся значению (122 рад/с) угловая скорость приходит через 0,12 с.

С помощью имитационной модели были получены осциллограммы изменения тока статора при пуске, торможении противовключением, реверсе, а также осциллограмму изменения тока статора при работе под нагрузкой. Осциллограммы имеют вид, представленный на рисунке 5.а) и 5.б).

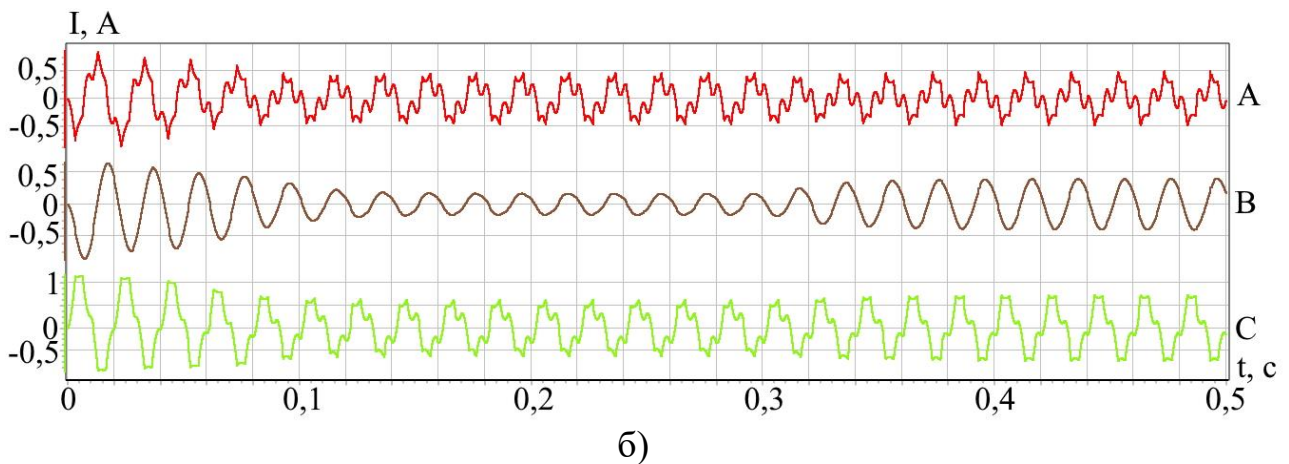
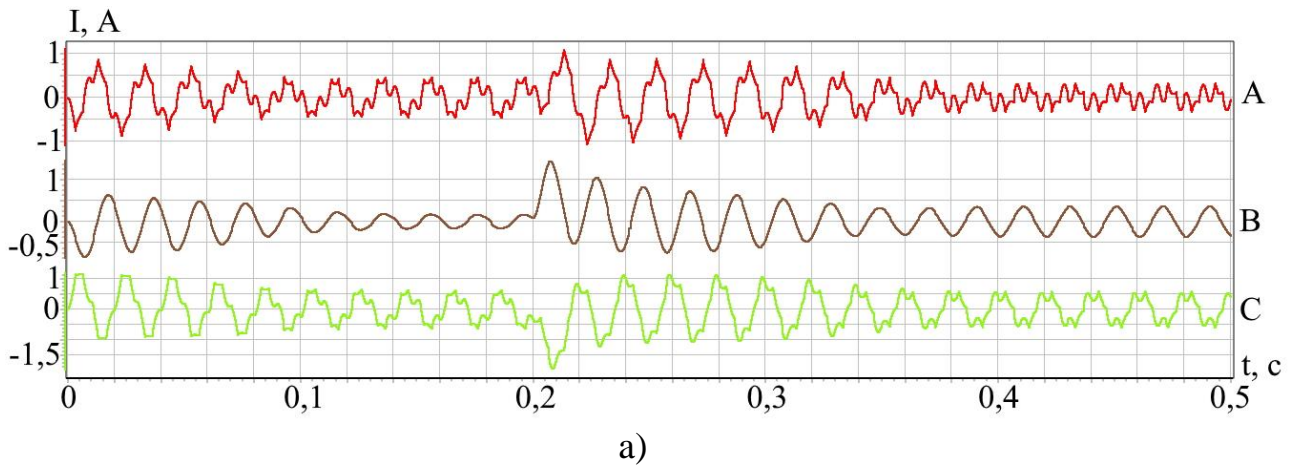


Рисунок 5 — Осциллограмма изменения тока статора в режиме пуска, торможения противовключением и реверса (а) и осциллограмма изменения тока статора в режиме пуска и работы под нагрузкой (б)

Из осциллограммы на рисунке 5.а) видно, что при пуске (время от 0 с. до 0,2 с.) наибольшие колебания амплитудного значения тока достигают 1,1 А для фазы «С» в момент начала пуска и 0,6 А в установившемся режиме. В момент начала торможения противовключением, начиная с момента в 0,2 с. и заканчивая моментом времени 0,265 с., наибольшее изменение амплитудного значения тока до 1,5 А происходит в фазе «В». В момент реверса (время от 0,265 с. и до конца времени моделирования) наибольшее изменение амплитудного значения тока до 0,5 А происходит в фазе «С».

Из осциллограммы на рисунке 5.б) видно, как происходит изменение амплитудного значения тока статора при пуске и после подключения нагрузки на вал (0,4 Нм) через 0,3 с. После подключения нагрузки наибольшее изменение амплитудного значения тока от 0,6 А и до 0,7 А в установившемся режиме наблюдается в фазе «С».

С помощью имитационной модели были получены значения для построения рабочих характеристик для трехфазного асинхронного электродвигателя при питании с помощью однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора. Результаты исследования сведены в таблицу 2.

Таблица 2 — Точки для построения рабочих характеристик

№ точки	1	2	3	4	5
$P_2, \text{Вт}$	0	15	30	46	50
$\eta$	0	0,22	0,4	0,52	0,48
$\cos \varphi$	0,03	0,18	0,29	0,35	0,32

По полученным точкам из таблицы 2 построим рабочие характеристики электродвигателя при питании с помощью однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора (рисунок 6).

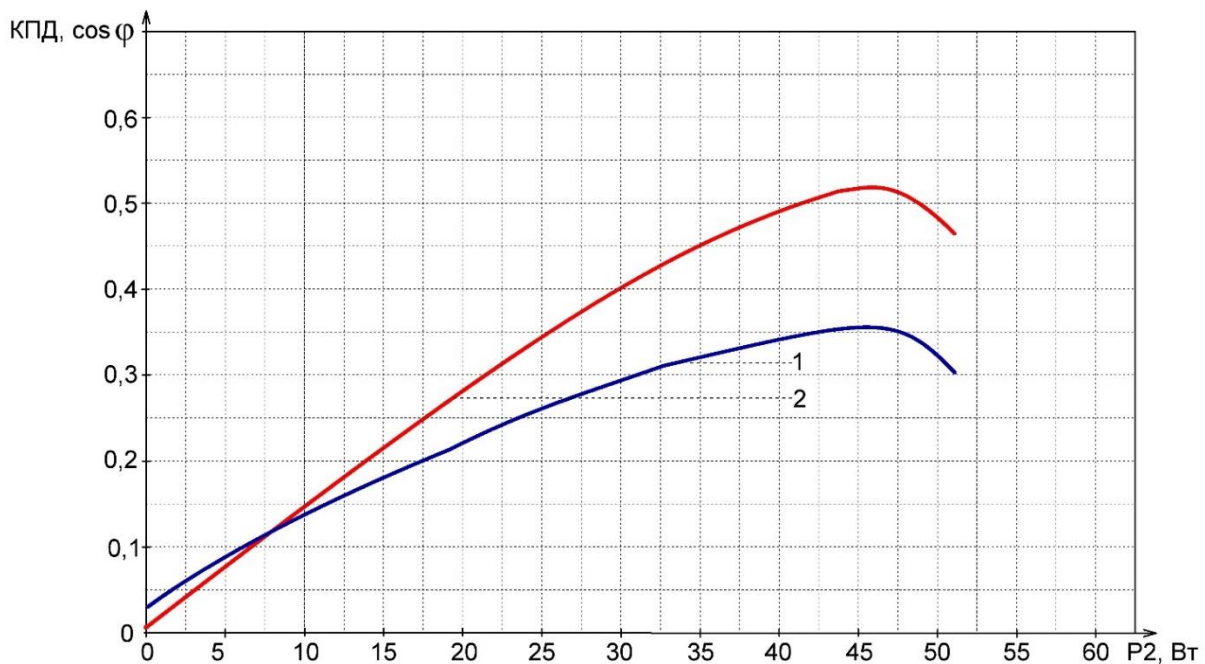


Рисунок 6 — Рабочие характеристики: 1- зависимость  $\cos \varphi$  от активной мощности на валу  $P_2$ ; 2 - зависимость КПД от активной мощности на валу  $P_2$

Из рисунка 6 видно, что при питании трехфазного электродвигателя от однофазной сети с помощью однофазно-трехфазного полупроводникового реверсивного коммутатора максимальное значение коэффициента полезного действия (0,52) и коэффициента мощности (0,35) достигается при значении активной мощности на валу равной 46 Вт.

В результате выполненного компьютерного имитационного моделирования работы трехфазного асинхронного электродвигателя с

однофазно-трехфазным полупроводниковым реверсивным коммутатором при питании от однофазной сети переменного тока, были получены основные характеристики. На основании полученных данных, можно сделать вывод, что рассматриваемое устройство питания можно использовать для осуществления питания трехфазных асинхронных электродвигателей от однофазной питающей сети.

#### **Список литературы:**

1. Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. Энергетика электропривода: учеб. Пособие / Г.Г., Соколовский. – М.: АСАДЕМА, 2006. – 272 с.
2. Однофазно-трехфазный полупроводниковый реверсивный коммутатор, ведомый однофазной сетью переменного тока: пат. 2507673 Рос. Федерация : МПК H02P 21/12 / Стальная М.И., Еремочкин С.Ю., Вейкман Д.П. - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова". - № 2012129595/07 ; заявл. 12.07.2012 ; опубл. 20.02.2014.
3. Кацман, М.М. Электрические машины. Учебник / М.М., Кацман. –12-е изд., стер. – М.:Академия, 2013. – 496 с.