

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

¹Макаров Е.Г., студ.; ¹Шумяцкий В.Н., к.т.н.; ²Бакун В.Н., главный метролог

¹(ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР);

²(ООО ПК «Новочеркасский электровозостроительный завод», г. Новочеркасск)

Эффективность и оптимальность большинства технологических процессов, а также работа многих машин и механизмов в настоящее время обеспечиваются регулируемым электроприводом. Актуальной проблемой современного регулируемого электропривода переменного тока является создание простых, надежных, экономичных, не требующих постоянного квалифицированного техучащего электроприводов по системе «Непосредственный преобразователь частоты – асинхронный двигатель» (НПЧ-АД) для тяжелых условий эксплуатации. Непосредственные преобразователи частоты с естественной коммутацией (НПЧ с ЕК) нашли пока ограниченное применение – в основном для тихоходных электроприводов с асинхронными короткозамкнутыми двигателями, так как диапазон регулирования у таких преобразователей до 25Гц.

В статье рассматривается НПЧ с естественной коммутацией. Формирование необходимой частоты и амплитуды обеспечивается непрерывной циклической сменой угла управления комплектами преобразователей.

Структурная схема системы НПЧ - АД представлена на рис. 1.

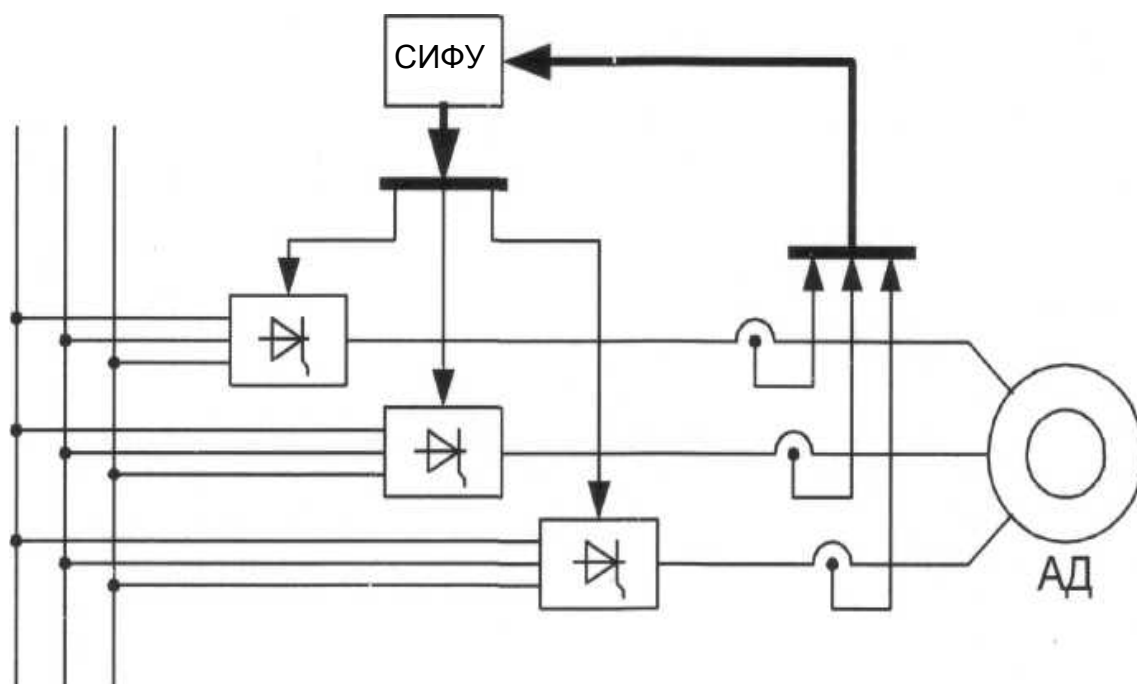


Рисунок 1 - Структурная схема системы НПЧ-АД

Из структурной схемы видно, что система управления вентильными комплектами инверторов напряжения имеет обратную связь по току статора. С помощью обратной связи отслеживается переход тока через ноль для своевременного переключения тиристорных групп вентильных комплектов в инверторах напряжения (ИН). На рис. 2 представлена разработанная модель системы фазоимпульсного управления (СИФУ).

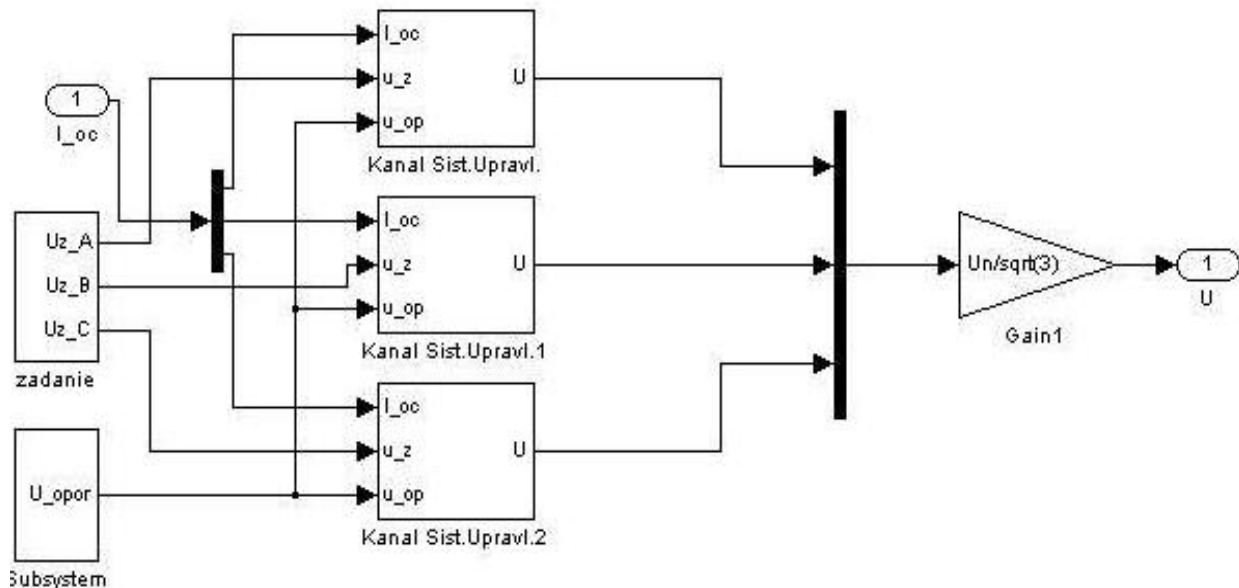


Рисунок 2 - Модель СИФУ для управления НПЧ

Принцип работы НПЧ заключается в преобразовании m_1 - фазного напряжения питающей сети частоты $\omega_1 = 2\pi f_1$ в m_2 - фазное напряжение выходной частоты $\omega_2 = 2\pi f_2$. Непосредственное преобразование частоты заключается в том, что кривая выходного напряжения состоит из отрезков синусоид сетевого напряжения, что можно представить уравнением:

$$u_{\text{вых}}(t) = F_1(t) * u_1 + F_2(t) * u_2 + \dots + F_m(t) * u_m, \quad (1)$$

где $u_{\text{вых}}(t)$ – выходное напряжение НПЧ; u_1, u_2, \dots, u_m - напряжения (фазные или линейные) m -фазные питающей сети; $F_i(t)$ - переключающая функция (ПФ); $F_i = 1$, когда $u_{\text{вых}}$ повторяет u_i , $F_i = 0$ на другом интервале.

Рассмотрим работу одного из каналов системы управления (СУ) непосредственного преобразователя частоты. Структура модели указанной подсистемы одного из каналов представлены на рис.3.

При работе указанной системы нуль орган (Relational operator) отслеживает моменты равенства опорного и управляющего сигналов. Знаки сравнения у каналов разные, чем достигается различия режимов работы каналов, то есть один работает в выпрямительном режиме, а второй - в инверторном. Нуль-орган выдает последовательность импульсов (эта последовательность и есть ПФ), что дальше фильтруется блоком Nitcross. что дальше фильтруется блоком Nitcross.

Отфильтрованная последовательность импульсов дальше подается на триггер, отвечающий за состояние каждой i -той составляющей ПФ. Блок Memory осуществляет развязку алгебраической петли, обусловленной структурой схемой триггера, а также используется для задания начального состояния триггера. На выходе триггера, на каждом шагу вычисления образуется вектор состояния ПФ. Далее, этот вектор, сдвигается на 15 градусов частоты питающего напряжения и почленно умножается с вектором фазных напряжений.

На выходе блока перемножения, функционально реализует работу тиристоров, получается кривая выходного напряжения инвертора, разложена на составляющие. Сдвиг управляющего вектора обусловлен тем, что в модель не внесен блок, генерирующий сигналы линейных напряжений, прикладываемых к тиристорам, вместо них используются сигналы фазных напряжений (сдвиг между фазным и линейным напряжением равен 135 градусов).

Данная подсистема является в свою очередь двухканальной. Каждый канал отвечает за

работу одного вентиляционного комплекта (прямого или обратного направления тока). Для переключения с одной группы вентилях на другую разработана подсистема, представленная на рис. 4.

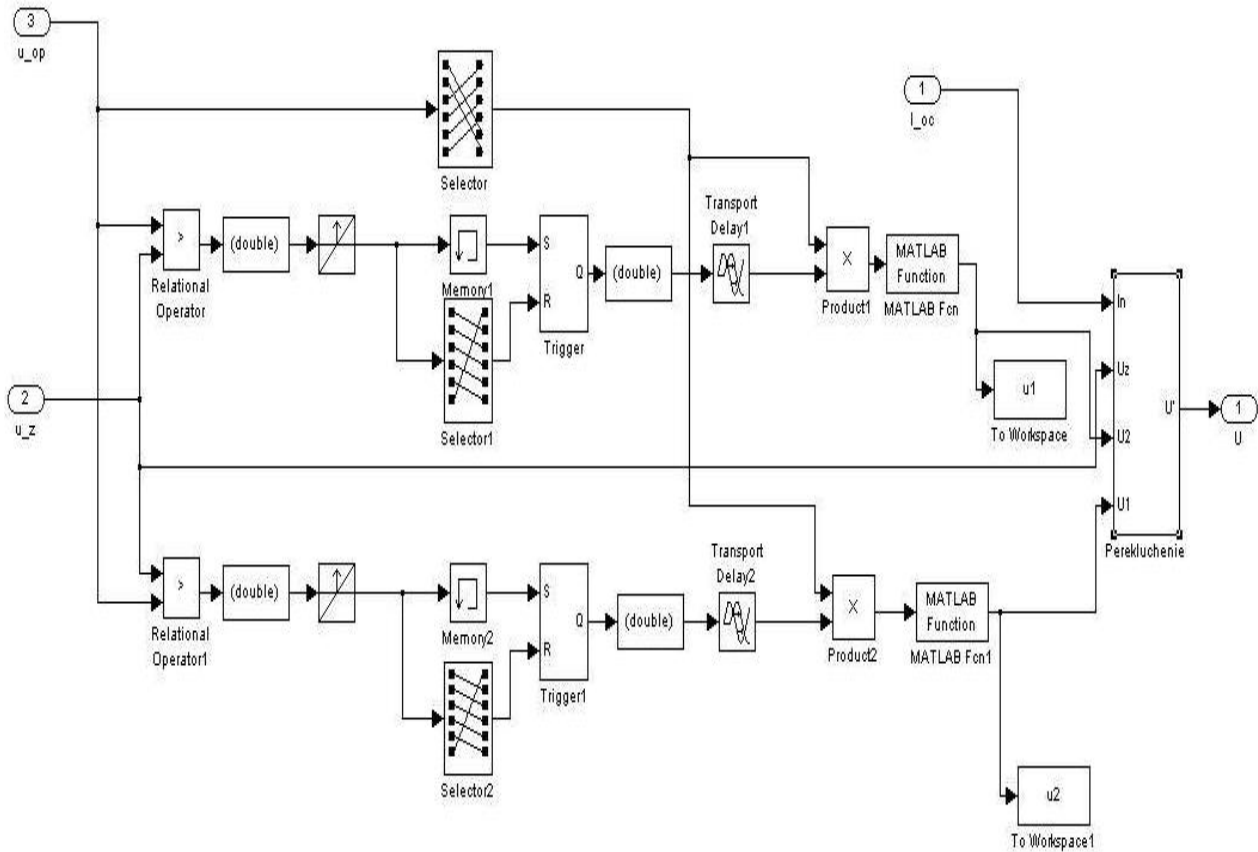


Рисунок 3 – Структура модели подсистемы реализации закона вертикального управления ПНЧ

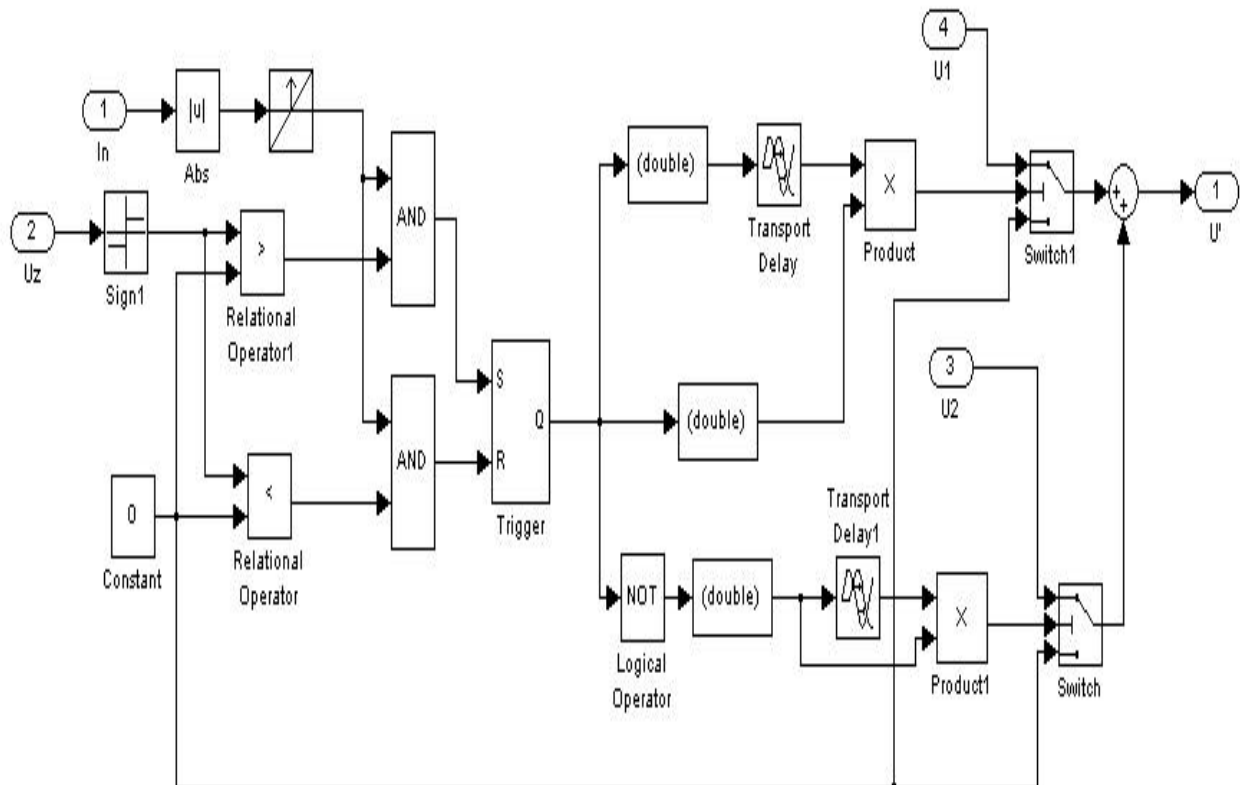


Рисунок 4 – Подсистема переключения тиристорных групп

В подсистему введена обратная связь по току статора и сигналу управления.

Сигнал обратной связи служит для определения момента, когда ток статора стремится к нулю - в этот момент происходит отключение работающей группы тиристоров.

Далее следует бестоковая пауза, необходимая для закрытия тиристоров работающей группы. После этого в работу включается другая тиристорная группа.

Управляющий сигнал вводится в подсистему для синхронизации работы тиристорных групп. В подсистеме имеется триггер аналогичен рассмотренному выше, что является переключателем между группами тиристоров.

Выходной сигнал данной подсистемы подается на выход СИФУ и представляет собой кривую выходного напряжения НПЧ с применением полученной математической модели (рис.5).

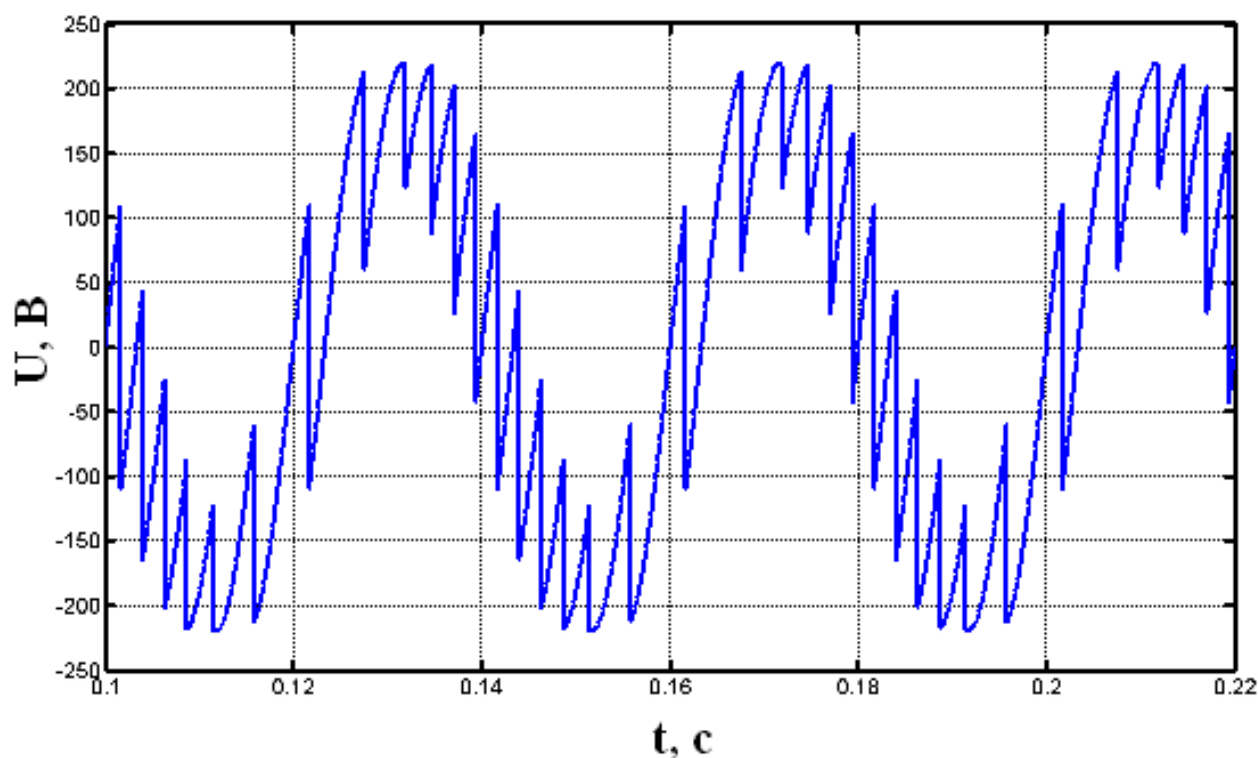


Рисунок 5 – Кривая выходного напряжения инвертора

В заключение следует отметить, что в результате проведенных исследований

1. Полученная кривая выходного напряжения СНПЧ, представленная на рис.5 соответствует теоретической кривой. Это позволяет сделать вывод о корректной работе СИФУ и адекватности разработанной модели реальной схеме НПЧ;

2. Данная математическая модель построена на базе идеального ключа, без учета свойств реального полупроводникового прибора, не позволяет оценить влияние внутренних свойств ключей на кривую выходного напряжения.