

УДК 621.365

DOI: 10.30987/conferencearticle_5c19e5edf3fdf1.03383257

Г.В. Малинин

(г. Чебоксары, Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова)

Н.В. Селивестров, В.Л. Арзамасов

(г. Чебоксары, ОАО Всероссийский научно-исследовательский институт
релестроения с опытным производством («ВНИИР»))

МОДЕЛИРОВАНИЕ НИЗКОЧАСТОТНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ПЕЧИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПЕРЕПЛАВА

Представлено имитационное моделирование низкочастотного источника питания печи электрошлакового переплава на основе преобразователя частоты с автономным инвертором напряжения.

The paper presents a simulation of a low-frequency power source of an electroslag remelting furnace based on a frequency converter with an independent voltage inverter.

Ключевые слова: электрошлаковый переплав, источник питания, преобразователь частоты без конденсаторов в звене постоянного тока.

Keywords: electroslag remelting, power supply, frequency converter without capacitors in the DC link.

В технологии электрошлакового переплава (ЭШП) для повышения технико-экономических показателей печей, улучшения качества выплавляемых слитков и отливок широкое распространение получило применение источников питания пониженной частоты (от 2 до 10 Гц)[1,2]. В качестве таких источников обычно используются тиристорные трехфазно-однофазные непосредственные преобразователи частоты (НПЧ).

В настоящее время целесообразно в источниках питания ЭШП использовать современные силовые электронные компоненты, например транзисторы IGBT, а сами источники выполнять на основе преобразователя частоты (ПЧ) с автономным инвертором напряжения (АИН). Однако существенным недостатком такого ПЧ является большая емкость конденсаторов звена постоянного тока для приема выпрямителем реактивной энергии, запасенной в индуктивности нагрузки. При уменьшении выходной частоты требуемая емкость растет, что приводит к увеличению массогабаритных показателей и стоимости ПЧ.

Новая схема и принцип управления ПЧ без конденсаторов в звене постоянного тока устраняют указанный недостаток. Структурная схема предлагаемого ПЧ приведена на рис. 1.

ПЧ содержит трехфазный мостовой диодный выпрямитель В, АИН на транзисторах IGBT VT1-VT4, диодах VD7, VD8, систему управления СУ АИН, состоящую из генератора тактовых импульсов ГТИ, управляющего

органа УО, каналов управления КУ1, КУ2. В каждый канал управления входят 2 формирователя импульсов ФИ1, ФИ2.

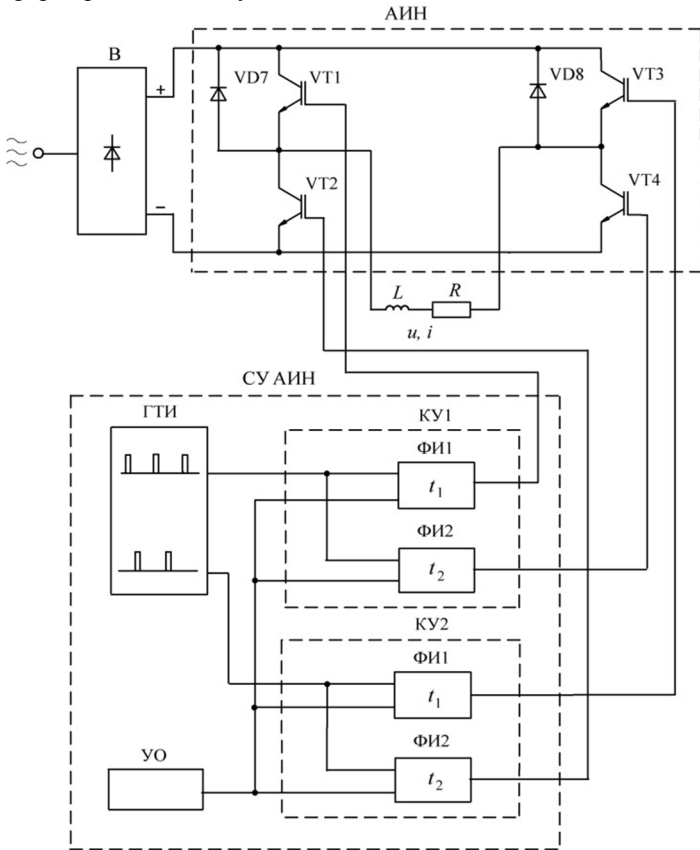


Рис. 1. Структурная схема ПЧ

Диаграммы работы системы управления приведены на рис. 2. На диаграммах представлены мгновенные значения напряжения $u(t)$ и тока $i(t)$ в RL -нагрузке (электроде ЭШП). Генератор ГТИ выдает противофазные синхроимпульсы ТИ1, ТИ2. Транзисторы VT1, VT3 включаются противофазными импульсами длительностью t_1 , транзисторы VT2, VT4 – противофазными импульсами длительностью t_2 . По окончании импульсов с длительностью t_2 ток нагрузки спадает до нуля через диод VD8 и транзистор VT1 в первый полупериод выходного напряжения ПЧ частоты f и через диод VD7 и транзистор VT3 во второй полупериод. Бестоковая пауза Δt (до 3 мс) перед включением пар транзисторов VT1, VT4 и VT3, VT2 исключает короткое замыкание на выходе выпрямителя В.

Как видно из диаграмм, алгоритм работы системы управления данного ПЧ проще алгоритма системы управления обычного ПЧ с широтно-

импульсным модулированием. Вследствие уменьшения числа коммутаций транзисторов IGBT повышается надежность работы АИН.

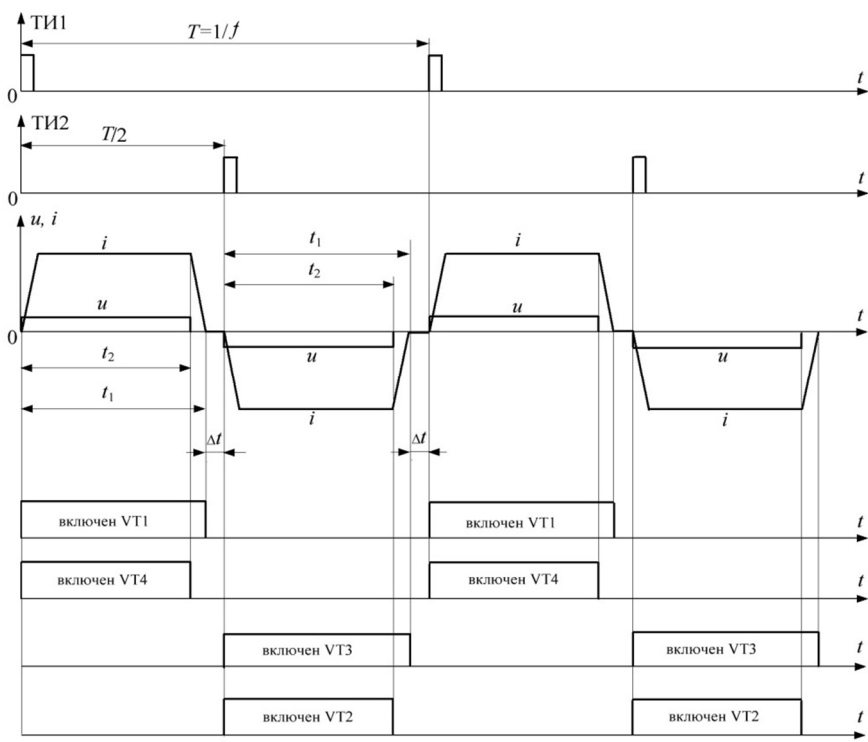


Рис. 2. Диаграммы работы системы управления ПЧ

Алгоритм работы ПЧ проверен имитационным моделированием в среде Simulink-Matlab. Заданными параметрами модели, принятыми за типовые, являются:

- выпрямленное напряжение на входе АИН - 50 В,
- частота трехфазного напряжения на входе ПЧ - 50 Гц,
- частота однофазного напряжения на выходе ПЧ - 2 Гц,
- активное сопротивление нагрузки - 0,001 Ом,
- индуктивность нагрузки - 0,003 мГн,
- ток в нагрузке - 15 кА.

Полученные осциллограммы тока в нагрузке, напряжения на нагрузке и на выходе выпрямителя показаны на рис. 3.

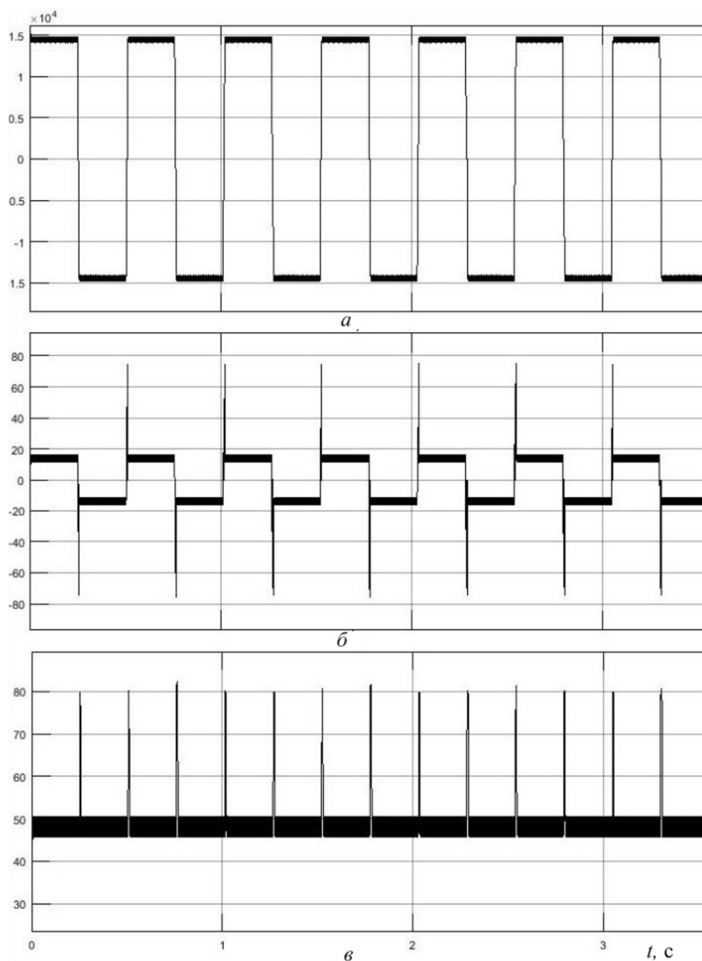


Рис. 3. Осциллограммы работы ПЧ: а - ток в нагрузке, А; б - напряжение на нагрузке, В; в - напряжение на выходе выпрямителя, В

Как видно из осциллограмм, при переключении транзисторов наблюдаются узкие броски напряжения на нагрузке и на выходе выпрямителя, максимальные уровни которых находятся в допустимых пределах. При необходимости броски могут быть исключены установкой маломощных ограничителей напряжения параллельно нагрузке.

Список литературы

1. Энергетическая электроника: справочное пособие: [пер. с нем.] / под ред. В.А. Лабунцова. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 464 с.
2. Миронов, Ю.М. Электрооборудование и электроснабжение электротермических, плазменных и лучевых установок / Ю.М. Миронов, А.Н. Миронова. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 376 с.

Материал поступил в редколлегию 20.10.18.