



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(10) SU (11) 1681367 A1

(51)5 Н 02 М 5/27

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4358450/07

(22) 04 01 88

(46) 30 09 91, Бюл. № 36

(71) Всесоюзный научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт силовых полупроводниковых устройств

(72) В. Г. Машьянов и С. А. Моргулев

(53) 621.316.727(088 8)

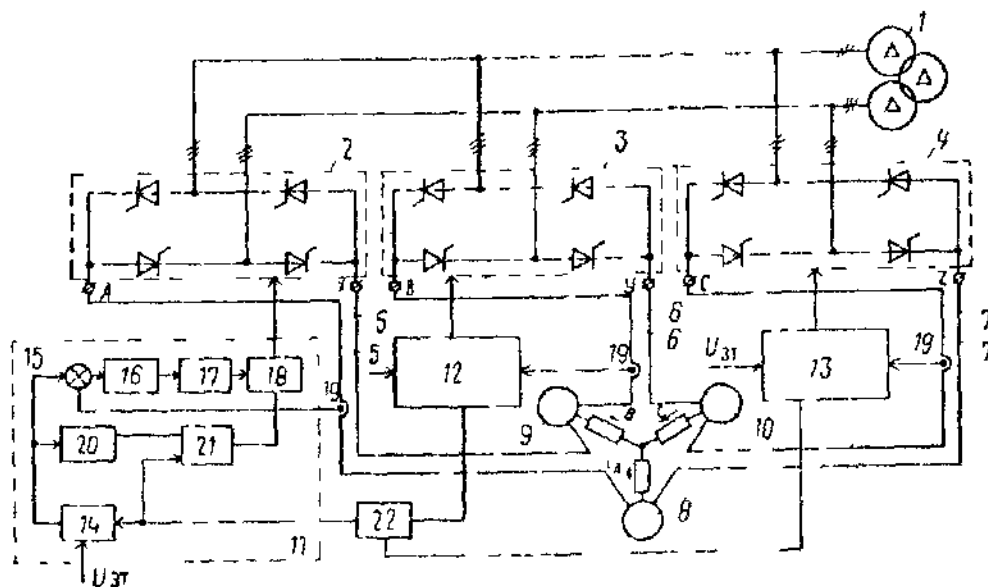
(56) Патент США № 4388108, кл. Н 02 М 5/27, 1983

Авторское свидетельство СССР  
№ 1272958, кл. Н 05 В 7/144, 1986.

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНЫМ НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧАСТОТЫ

(57) Изобретение относится к электротехнике и может быть использовано для питания

трехэлектродных электропечей током низкой частоты. Изобретение позволяет практически исключить электродинамические нагрузки на токоведущие элементы устройства при изменении полярности тока при сохранении высокого значения коэффициента мощности преобразователя за счет того, что ток при включении и выключении групп вентилях изменяют плавно, например, по линейному закону в течение 0,01–0,05 периода низкой частоты, для чего в каждый блок управления 11, 12, 13 введены блок 14 задания интенсивности, компаратор 20, элемент ИЛИ 21 с соответствующим подключением. При этом для поддержания высокого  $\cos \varphi$  установки частота переключения групп и, соответственно, токов в электродах задается в пределах 0,04–0,004 Гц с помощью блока 22 задания частоты, 2 ил.



Фиг. 1

(10) SU (11) 1681367 A1

Изобретение относится к электротехнике, а именно к преобразовательной технике преимущественно к способам и источникам питания электродуговых печей и может быть использовано в электротермических установках, содержащих трехэлектродную электропечь, питание которой осуществляется от трехфазного непосредственного преобразователя тока промышленной частоты в ток низкой частоты.

Целью изобретения является уменьшение вибраций электродов, элементов печи и токопровода при сохранении высоких энергетических показателей электропечной установки.

На фиг. 1 приведена электрическая схема устройства для питания трехэлектродной электропечи по предлагаемому способу; на фиг. 2 – временные диаграммы токов вентильных комплектов и электродов печи.

Устройство (фиг. 1) содержит питающий трехфазный трансформатор 1, к вторичным обмоткам которого подключены вентильные комплекты 2–4. Каждый вентильный комплект содержит две группы встречно-параллельно включенных по трехфазной мостовой схеме вентилях. Выводы низкой частоты вентильных комплектов А, Х, В, У, С через токопроводы 5–7 подключены к электродам А, В, С печи по схеме "треугольник на электродах".

Ванна печи показана на схеме замещения последовательно включенными активными и индуктивными сопротивлениями 8–10.

Блок управления каждым вентильным комплектом 11–13 содержит последовательно соединенные узел 14 задания интенсивности, узел 15 сравнения, регулятор 16 тока, фазосдвигающий узел 17, формирователь 18 импульсов, выходы блоков 11–13 управления соединены с управляющими входами вентилях комплектов, а входы их соединены с напряжением задания тока вентильного комплекта, выходом датчика 19 тока вентильного комплекта.

Каждый блок 11–13 управления содержит компаратор 20 и логический элемент ИЛИ 21. Выход узла задания интенсивности подключен также через компаратор 20 к первому входу элемента ИЛИ 21, второй вход которого соединен с входом узла 14 задания интенсивности, связанным с соответствующим выходом блока 22 задания частоты тока, а выход элемента ИЛИ 21 подключен к второму входу формирователя 18 импульсов.

Устройство работает следующим образом.

Напряжение сети через питающий трансформатор 1 подается на входы вентильных комплектов 2–4, которые по команде блоков 11–13 управления преобразуют ток сетевой частоты в ток с частотой 0,04–0,004 Гц. Преобразованный ток через бифилярный токопровод 5–7 подводится к электродам А, В, С электропечи. Частота тока задается блоком 22, который с помощью блоков 11–13 управления включает по очереди группы вентилях в каждом комплекте 2–4 после выключения одноименной группы опережающего по фазе комплекта 4, 2, 3. Длительность протекания тока в группах задается блоком 22 и может изменяться от 0 до  $1/2$  периода низкой частоты, который задается в пределах 0,04–0,004 Гц. Симметричному режиму работы печи соответствует длительность протекания тока в группах вентилях, равная  $1/3$  периода низкой частоты (фиг. 2).

Ток в каждом электроде (I<sub>A</sub>, I<sub>B</sub>, I<sub>C</sub> на фиг. 2) получают сложением токов двух вентильных комплектов (I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, или I<sub>3</sub>, I<sub>4</sub>, или I<sub>4</sub>, I<sub>2</sub> на фиг. 2). На входе узлов 14 задания интенсивности тока блоков 11–13 управления устанавливают напряжение задания тока U<sub>з</sub>, соответствующее полному отпиранию вентилях. На вход узла 14 задания интенсивности одновременно с напряжением задания тока поступает сигнал задания частоты тока, представляющий собой импульсы прямоугольной формы длительностью  $1/3$  периода низкой частоты, частота которых вдвое выше частоты изменения полярности тока в электродах. По переднему фронту прямоугольного импульса узел 14 задания интенсивности формирует на выходе нарастающие напряжения, а по заданному фронту – спадающие их значения. Узел 14 задания интенсивности тока обеспечивает плавное нарастание и спадание тока независимо от состояния ванны печи за время t<sub>и</sub> и t<sub>с</sub> (фиг. 2). В остальное время вентилях полностью открыты и при значительном уменьшении сопротивления ванны по технологическим причинам регулятор 16 тока ограничивает ток, что сигнализируется звуком и светом.

В зависимости от величины напряжения на выходе регулятора 16 тока фазосдвигающее устройство 17 изменяет фазу импульсов отпирания вентилях.

Логические блоки формирования импульсов формируют импульсы отпирания вентилях комплектов, фаза которых определяется фазосмещающим устройством 17, а частота следования пачек импульсов задается блоком 22 задания частоты тока. Импульсы на выходе блока 18 формирования

импульсов появляются при условии совпадения импульсов на выходе фазосдвигающего устройства 17 и импульсов блока 22 задания частоты тока, наличия разрешающего сигнала и сигнала с узла 14 задания интенсивности. Снятие импульсов с каждой вентильной группы происходит при условии уменьшения тока в этой группе до нуля или до заданного порога.

Технико-экономические преимущества предлагаемого устройства видны в сравнении с прототипом.

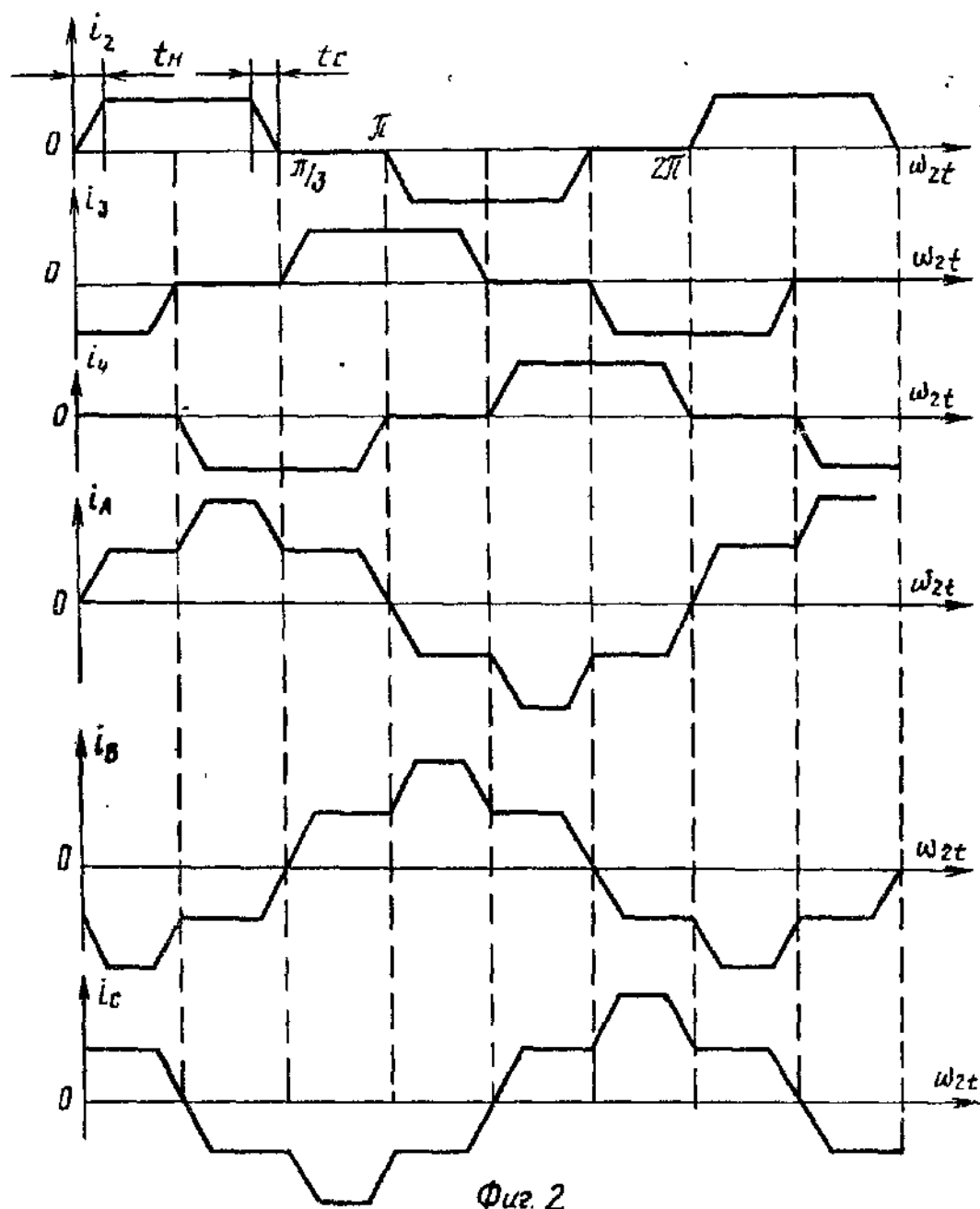
Предлагаемое техническое решение при работе в диапазоне 0,04–0,004 Гц обеспечивает без ухудшения коэффициента мощности ( $\cos \varphi$ ) плавное изменение полярности тока в электродах, что позволяет уменьшить вибрации элементов конструкции электротермической установки, т. е. электродинамические перегрузки.

При таком режиме работы реактивное сопротивление токопровода и ванны печи практически уменьшается до нуля как по основной гармонике, так и по гармоникам высшего порядка, которыми в выбранном диапазоне частоты можно пренебречь, что обеспечивает сохранение высоких энергетических показателей.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ управления трехфазным непосредственным преобразователем частоты для питания промышленных электропечей, включающим три вентильных комплекта, состоящих каждый из первой и второй вен-

тильных групп, заключающийся в том, что формируют и подают на управляющие входы вентилях комплектов последовательность импульсов отпирания с заданной частотой, более низкой, чем частота питающей сети, на вентили каждого комплекта в течение первого полупериода низкой частоты подают и снимают импульсы отпирания, а в течение второго полупериода низкой частоты подают и снимают импульсы отпирания на вентили второй группы, измеряют амплитуду тока вентильных групп, изменяют фазы импульсов отпирания вентилях, в результате чего ограничивают измеренную амплитуду тока, о т л и ч а ю щ и с я тем, что, с целью уменьшения электродинамических нагрузок на токопровод и электроды электропечи при перемене полярности тока в электродах, полярность выходного тока преобразователя изменяют с частотой 0,04–0,004 Гц путем подачи с указанной частотой последовательностей импульсов отпирания поочередно на каждый вентильный комплект, при этом при перемене полярности тока в вентильном комплекте уменьшают ток выключаемой группы вентилях и увеличивают ток включаемой группы вентилях в течение 0,01–0,05 периода низкой частоты по линейному закону путем изменения фазы импульсов отпирания вентилях, причем снятие импульсов с каждой группы вентилях производят после снижения амплитуды тока соответствующей вентильной группы до заданной величины.



Фиг. 2

Редактор А.Маковская      Составитель С.Лузанов      Техред М.Моргентал      Корректор О.Кравцова

Заказ 3315      Тираж      Подписное  
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101