



УКРАЇНА

(19)

(11)

(13)

C1

UA

(505 H 05 B 7/148

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО РЕЖИМУ
ТРИФАЗНОЇ ДУГОВОЇ ЕЛЕКТРОПЕЧІ

1

(20)94270989,08.07.93

(21)4923165/07

(22)01.04.91, SU

(46)29.12.94. Бюл. № 8-I

(56) 1. Авторское свидетельство СССР
№ 1432809, кл. H 05 B 7/148, 1986.2. Авторское свидетельство СССР №
1568269, кл. H 05 B 7/148, 1988
(прототип).(71) Львівський політехнічний Інститут Мол
давський металургійний завод(72) Лозинський Орест Юліанович, Костинюк
Лев Дмитрович, Марущак Ярослав Юрієвич,
Паранчук Ярослав Степанович, Сметанюк
Ярослав Богданович, Ізаак Корней Івановіч
(Молдова), Бабічев Алексей Константинович
(Молдова)(73) Державний університет "Львівська
політехніка" (UA)(57) Устройство для автоматического
регулирования электрического режима
трехфазной дуговой электропечи, со
держашее в цепи управления каждой фазы
датчик эффективного значения тока, блок
задания уставки тока, датчик эффективного
значения фазного напряжения и датчик эф
фективного значения напряжения дуги, блок
сравнения, первый вход которого соединен
с выходом датчика эффективного значения

напряжения дуги, а выход соединен с задат
чиком мощности данной фазы, отличаю
щееся тем, что выход датчика эффективного
значения тока дуги каждой фазы соединен с
первыми входами введенных первого и
второго сумматоров данной фазы и одним из
трех первых входов введенного блока
определения весовых коэффициентов, три
вторых входа которого соединены с выхода
ми датчиков эффективного значения фазно
го напряжения фаз, три третьих входа
соединены с выходами датчиков эффектив
ного значения напряжения дуги, второй
вход первого сумматора каждой фазы соеди
нен через введенный инвертор с выходом
блока задания уставки тока данной фазы,
второй и третий входы второго сумматора
каждой фазы через введенные соответст
венно второй и третий инверторы соедине
ны с выходами двух введенных для каждой
фазы блоков умножения, первый вход каж
дого из которых соединен с одним из шести
выходов блока определения весовых коэф
фициентов, а второй вход каждого блока ум
ножения данной фазы соединен с выходом
первого сумматора, одной из соседних фаз,
выход второго сумматора данной фазы сое
динен со вторым входом блока сравнения
данной фазы.

O

Винахід відноситься до електротермії,
зокрема до регуляторів переміщення
електродів дугових сталеплавильних печей
(ДСП) і може бути використаний для забез
печення незалежного регулювання по
тужності дуг в фазах ДСП.

Відомий пристрій для регулювання по
тужності дуг дугової сталеплавильної печі,
який має давачі струмів і напруг дуг, виходи
яких з'єднані з відповідними входами вузла
порівняння, вихід якого під'єднаний через
силовий підсилювач з механізмом
переміщення електродів [1].

Недоліком такого пристрою є низька з'єднаний з виходом давача діючого значення точність підтримання оптимального режиму напруги дуги, а вихід з'єднаний з блоком плавки через велику дисперсію струмів дуг, формування завдання потужності даної фази, у яка властива для роботи такого пристрою. відповідності з винаходом вихід давача діючого

Найближчим по технічній суті до значення струму дуги кожної фази з'єднаний з запропонованого є автоматичний регулятор першими входами введених першого і другого потужності трифазної дугової сталеплавиль-суматорів даної фази і одним із трьох перших ної печі, який має блок розпізнавання входів введеного блока визначення вагових коротких замикань, який їх ідентифікує по коефіцієнтів, три другі входи якого з'єднані з співвідношенню постійних складових 10 виходами давачів діючих значень фазної струмів дуг, три входи яких через блоки напруги фаз, три треті входи з'єднані з ключів і логічний елемент АБО з'єднані з виходами давачів діючого значення напруги відповідними входами блока порівняння дуги, другий вхід першого суматора кожної кожної фази. Керуючий вхід блока ключів кожної фази з'єднаний з виходом логічного 15 через введений перший інвертор з виходом елемента АБО, три входи якого з'єднані з блока формування завдання струму даної виходами відповідних елементів порівняння. Вхід кожного із трьох елементів

фази з'єднаний

фази, другий і третій входи другого суматора кожної фази через введені відповідно порівняння з'єднаний через діод з виходом другий і третій Інвертори з'єднані з вихода-відповідного диференціатора постійної 20 ми двох введених для кожної фази блоків складової струму дуги [2]. множення, перший вхід кожного з яких

В той же час такий автоматичний з'єднаний з одним із шести виходів блока регулятор неможливо використовувати для визначення вагових коефіцієнтів, а другий забезпечення незалежного регулювання вхід кожного блока множення даної фази безперервно протягом всієї плавки, бо він 25 з'єднаний з виходом першого суматора дає змогу відпрацьовувати тільки різні тех-однієї з сусідніх фаз, вихід другого суматора даної фази з'єднаний з другим входом блока нологічні короткі замикання. При відсутніх порівняння даної фази.

коротких замикання незалежність Використання блока визначення ваго-регулювання по фазах не забезпечується і 30 вих коефіцієнтів дає змогу визначити вагові внаслідок цього відбуваються переміщення коефіцієнти приростів струмів дуг від електродів трьох фаз, хоча збурення має місце в збурень в сусідніх фазах на основі стати-одній, чи двох фазах. Внаслідок цьо-стичних характеристик (дисперсія, ко-го порушується оптимальний режим ведення ефіцієнти кореляції) струмів дуг, які плавки і тому погіршуються

техніко-економічні показники експлуатації 35 ДСП, надійність роботи, час плавки, ко-використовуються для коректування ефіцієнт користої дії, вартість тони виплав-приростів струмів, вилучивши з них складові, леної сталі і т.д.). обумовлені збуреннями в сусідніх фазах.

В основу винаходу поставлене завдання Завдяки цій корекції є змога уникнути непотрібних переміщень електродів, а тому створення пристрою для автоматичного 40

регулювання електричного режиму зменшити час перебування печі в неопти-трифазної дуговою електропечі, який дає мальному режимі. Ведення плавки в основному змogu встановити прирости струмів дуг, обу-в оптимальному режимі дає змogu підвищити мовлених збуреннями в сусідніх фазах і за-надійність роботи печі, зменшити час плавки та скоротити витрати

вдяки цьому забезпечується незалежність 45 електроенергії.

Показана функціональна схема регулювання потужності по фазах шляхом пристрою. Пристрій має давачі діючих значень корекції сигналів струмів дуг, вилучивши з них складові, які обумовлені збуреннями в струмів дуг 1-3, давачі діючих значень фаз-сусідніх фазах, 1 завдяки цьому дає змogu підвищити надійність роботи, скоротити час 50 них напруг 4-6, давачі діючих значень плавки та витрати електроенергії. напруг дуг 7-9, блоки формування завдання Поставлене завдання вирішується тим, струмів дуг 10-12, Інвертори 13-15, сума-що в пристрої для автоматичного тори 16-18, блок визначення вагових ко-регулювання електричного режиму ефіцієнтів 19, блоки множення 20-25,

трифазної дугової електропечі в колі 55 Інвертори 26-31, вихідні суматори 32-34,
регулювання кожної фази є давач діючого $\frac{e}{\text{ос1 пе3}}$ _____

блоки порівняння ЗБ

значення струму, блок формування завдання Сигнали з давачів струмів дуг 1-3 поступають
струму, давач діючого значення фазної на перші входи кожної пари суматорів 16 і 32, 17 і
напруги і давач діючого значення напруги 33, 18 і 34. Сигнали з блоків завдання уставок
дуги, блок порівняння, перший вхід якого струмів дуг 10-12 через

інвертори 13-15 поступають на другі входи суматорів 16-18 відповідно. Сигнали з блоків визначення вагових коефіцієнтів 19 поступають на перші входи відповідних блоків множення 20-25. Сигнали з виходів 5 суматорів 16-18 поступають на інші входи 22 і 25, 20 і 24, 21 і 28 блоків множення відповідно. Сигнали з виходів блоків множення 20 і 21, 22 і 23, 24 і 25 поступають через інвертори 28 - 31 на другий і третій вхід вихідних суматорів 32-34 відповідно.

Сигнали з виходів суматорів 32-34 поступають на один із входів відповідних блоків порівняння 35 -35³, на другі входи яких поступають сигнали з відповідних датчиків діючих значень напруг дуг 7-9. Сигнали з виходів блоків порівняння 35¹-35³ поступають в регулятори своїх фаз. Сигнали з датчиків струмів 1-3, датчиків напруги 4-9 поступають на відповідні входи блока визначення вагових коефіцієнтів 19.

На вхід кожного блока порівняння 35 -35³ поступає сигнал струму своєї фази, в якому відсутні прирости струмів, які обумовлені збуреннями в сусідніх фазах внаслідок дії першого закону Кірхгофа. Ці прирости віднімаються від сигналів струмів дуг в суматорах 32-34. При такому способі регулювання виключаються непотрібні спрацювання регуляторів, коли вони зовсім відпрацьовують "чужі" збурення. В цьому полягає незалежність регулювання потужності дуг.

Значення вагових коефіцієнтів α_i ... α_n , β_i , β_n , як і визначаються блоком 35 19, можна встановити на основі статистичних характеристик струмів дуг (дисперсія, коефіцієнти кореляції). Ці коефіцієнти визначаються протягом певного періоду часу (період навчання), а пізніше ці значення використовуються системою регуляторів протягом робочого періоду.

Розподіл струмів по фазах ДСП за рахунок першого закону Кірхгофа здійснюється практично миттєво і для електромеханічного регулятора це доконаний факт. Тому

прирости діючих значень струмів о кожній фазі, які викликані впливом збурень в сусідніх фазах можуть бути записані так:

50

$$\begin{aligned} \Delta I_{i3}^* &= a_i \\ \Delta I_{12}^+ &= \\ \Delta I_{i1}^+ &= \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta I_{i1}, \\ \Delta I_{i3}, \quad (1). \\ \Delta I_{i2}, \end{aligned}$$

щ ...аз ,fr,. .../Зз - вагові коефіцієнти, що показують яка частина збурень присутня в сусідніх фазах.

На основі (1) запишемо функціонали $F(a_i/3)$ для кожної фази для p значень струмів.

$$F_1(cti.fr) = \sum_{i=1}^n (i)$$

$$F_2(a_2 DO = 2 (\sum_{i=1}^n Af_{ii} + f_c L_{i3} - Al_{ii})^2, (2) i = 1$$

$$\sum_{i=1}^2$$

Виходячи з умови мінімуму цих функціоналів знаходяться вирази вагових коефіцієнтів $a_1 \dots a_z, fr, \dots p_3$. Умова мінімуму для першого функціоналу запишеться так:

$$\frac{\partial a_i}{\partial (a_i D_{i2i} + \sum_{j=1}^n D_{jii} - D_{i3i}) L_{i2i}} = 0.$$

$$R(a_i, fr) =$$

$$= 2 \sum_{i=1}^n (a_i D_{i2i} + \sum_{j=1}^n D_{jii} - D_{i3i}) L_{i2i} = 0, i = 1$$

Аналогічні вирази записуються і для двох інших функціоналів $F_2(a_2, fr)$, $F_3(a_3, fr)$.

. Перетворивши вирази (3), отримаємо:

$$(0.01 D_{i1i}) + \sum_{i=1}^n (P_i Al_{ii} D_{i1i}) =$$

$$= 2 \sum_{i=1}^n (D_{i3i} D_{i1i}),$$

(4)

$$i = 1$$

де D_{i1i}^* , D_{i2i}^* , D_{i3i}^* -прирости струмів у фазах 1, 2, 3, які обумовлені впливом "чужих" фаз без врахування "власних" збурень; D_{i1i} , L_{i2i} , D_{i3i} - повні (реальні) прирости струмів дуг в фазах;

сС

З врахуванням того, що повні прирости струму $I_j \ll I_j - I_j^y$ (I_j^y - уставки струму дуги в J -ій фазі), запишемо, прийнявши значення струму уставки в фазі рівного математично-му сподіванню струму фази T_j .

Р. Ж. «...» - «ГИПТВУМУ ЛІГИ В (3)

$$= 1$$

(5)
(6)

1

n, ±?

де $\angle j \sim$ дисперсія струму J-OT фази, $\angle \alpha$ - один із другого моменту. Другий момент/п2 визначається так:

10

(7)

($\angle \alpha^2$)*, (α^2) *, (α^2)* відповідними елементами блока 19. Крім цього сигнали I_j^M використовуються для визначення коефіцієнтів взаємної кореляції між струмом J-ої фази і струмами сусідніх фаз, в яких не враховуються власні збурення.

З врахуванням (5), (6), (7) вираз (4) перетвориться так:

$$V_{12} \angle \alpha \sim 1^* 2^* 3^* \alpha \alpha$$

(14)

де

V_{12} - коефіцієнт кореляції.

15 Розв'язавши систему (14), отримаємо;

Для визначення приростів струмів дуг A_{ij}^* в J-ій фазі, які обумовлені збуреннями в сусідніх фазах, необхідно від повного приросту струму в j-ій фазі відняти прирости, обумовлені збуреннями в тій же фазі без врахування впливу сусідніх фаз, тобто

20

- Діі".

(8)

Значення I_j^M визначається з виразу фазної напруги з низького боку пічного трансформатора:

(9)

де $V_j \gg X_j$ - активний і реактивний опір струмопідводу J-OT фази.

30

Розв'язавши рівняння (9) відносно I_j^M , отримаємо

(10) 35

Аналогічно визначаються інші вагові коефіцієнти:

$$\frac{V_{12}}{a_3} = \frac{1^* 3^* - V_{12}^* 2^*}{1 - a_3^2}$$

$$\frac{V_{13}}{a^*} = \frac{1^* 2^* - V_{13}^* 3^*}{1 - a^* 3^*}$$

06)

$$\frac{V_{13}}{a^*} = \frac{1^* 2^* - V_{13}^* 3^*}{1 - a^* 3^*}$$

Вираз (10) є математичною моделлю однієї фази системи живлення ДСП.

4

Q

Приріст $D I_j^M$ визначається так:

$$A_{ij}^M - I_j^M - T, \quad (11)$$

Підставивши (11) в (8) і з врахуванням того, що $A_{ij} - I_j - I_j$, отримаємо:

або

$$A_{ij}^* - I_j - I_j^M \quad (12) \quad 50$$

Вираз (10) для визначення I_j^M може бути спрощений, якщо прийняти $X_j \gg V_j$. Тоді

(13)

В цьому випадку математична модель значено спрощується, Сигнал A_{ij}^* використовується для визначення дисперсій

Таким чином для визначення вагових коефіцієнтів a_{ij}^* ... a_{ij}^* ви-користовуються статистичні характеристики струмів дуг, які попередньо використовуються на стадії навчання.

З метою постійної корекції цих вагових коефіцієнтів передбачається постійне чергування періоду навчання 1 робочого періоду.

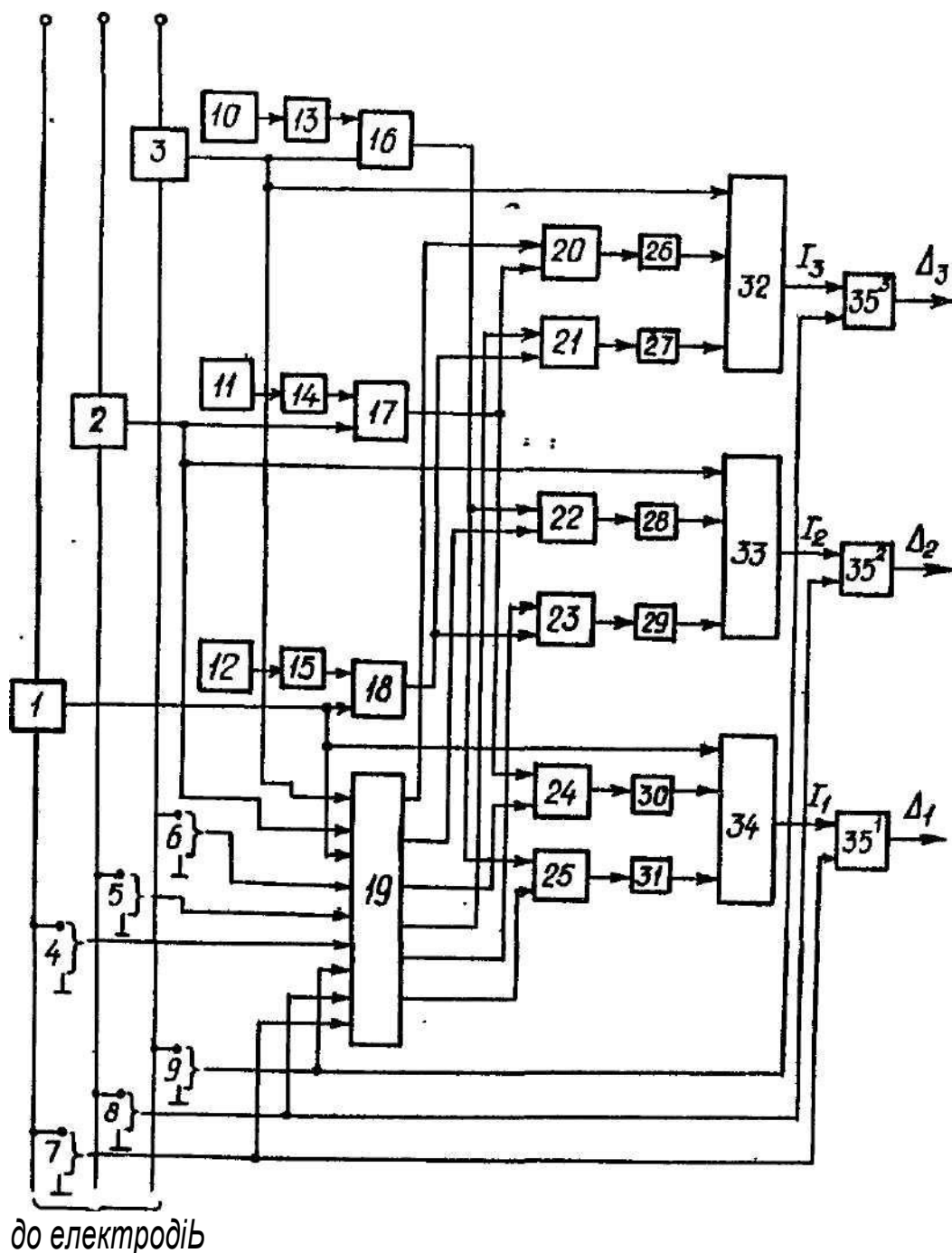
Вхідною інформацією для роботи обчислювального блока визначення вагових коефіцієнтів є сигнали дисперсії і сигнали про коефіцієнти кореляції. Ці сигнали визначаються відомими пристроями по АХ. № 830397 і № 1399897, які входять в блок 19.

Значення A_{ij} , $D I_j^* \setminus I_j^*$ є даними для визначення коефіцієнтів кореляції і дисперсії відповідними пристроями, причому ці величини визначаються безперервно, а використовуються вони тільки в кінці інтервалів

часу, які визначаються інтервалом стаціонарності для даної електродугової печі

Пристрій дає змогу забезпечити незалежне регулювання переміщення електродів шляхом вилучення з сигналів струмів дуг

приростів, що обумовлені збуреннями в сусідніх фазах. Завдяки цьому вдається отримати вищу точність регулювання і завдяки цьому знизити дисперсію струмів дуг 5 і підвищити продуктивність печі,



Упорядник Я.Марущак

Техред М.Моргентал

Колектор¹ Шіилипенко

Замовлення 645

Тираж
Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, КиТв-53, Львівська пл., 8

Підписне

