



ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВО

(19) (II)

(13)

(5i)5 G 01 R 19/00

## НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ВИПРОБУВАННЯ ВЕНТИЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

1

(20)94321737, 28.09.93  
(21)4835685/SU (22) 07  
06 90 (24)25.12.96  
(46)25.12.96. Бюл. №4

(б6) 1. Гельман М.В. и др. Измерение вентильных токов и их распределения между параллельными ветвями вентильных преобразователей. Электротехника, 1976, № 3.

2. Авторское свидетельство СССР № 815642, кл. G 01 R 19/00, 1981 (прототип).

(72) Добров Олександр Михайлович, Кольяндра Ісак Львович, Кубишкін Іван Васильович

(73) Науково-дослідний електротехнічний Інститут Науково-виробничого об'єднання "ХЕМЗ" (UA)

(57) Способ испытания вентильного преобразователя путем последовательного измерения прямых токов в каждой из параллельно соединенных тиристорных ветвей, отличающийся тем, что измерение тока через каждый тиристор проводят при температуре тиристорной ветви и температуре поступающего на него хладагента, соответствующих температуре тиристорной ветви и температуре поступающего из Herq хладагента при параллельно включенных тиристорных ветвях.

Чжнш

Изобретение относится к области электротехники, а именно, к преобразовательной технике и может быть использовано для определения разбаланса токов вентильного преобразователя, содержащего группы параллельно включенных вентильных ветвей, по величине отклонения тока каждой ветви испытываемой группы вентилях от среднеарифметического тока всех ветвей этой группы, при испытаниях вентильных преобразователей.

Наиболее близким к предложенному является способ, согласно которому измеряют ток через каждый тиристор при поочередном включении их в работу, устанавливаемый таким образом, чтобы среднее падение напряжения на этом тиристоре при протекании через него измеряемого тока соответствовало среднему падению напряжения на параллельно соединенных тиристорах (2).

Недостатком данного способа является низкая точность измерения тока, протекающего через каждый тиристор преобразователя, поскольку не учитывается тепловое воздействие соседних вентилях, а также перепад температуры по высоте шкафа преобразователя.

Задачей, решаемой данным изобретением, является повышение точности измерения путем устранения теплового воздействия, вызванного перепадом температуры по высоте шкафа и рядом расположенными вентилями на проверяемую ветвь.

Поставленная задача решается тем, что в способе испытания вентильного преобразователя путем последовательного измерения прямых токов в каждой из параллельно соединенных тиристорных ветвей, согласно изобретению измерение тока через каждый тиристор проводят при температуре тиристорной ветви и температуре поступающего

шш.П

на него хладагента соответствующих температуре тиристорной ветви и температуре поступающего на него хладагента при параллельно включенных тиристорных ветвях.

5

Подробно остановимся на анализе известного (2) способа испытания вентильного преобразователя путем измерения прямых токов в параллельно соединенных тиристорах, замером падения напряжения на одном из участков ветви, например, тиристоре.

Рассмотрим для примера работу преобразователя, собранного по наиболее применяемой схеме: 3-х фазной мостовой с п параллельно соединенными тиристорами в 15 плече, в непрерывном режиме.

В этом случае температуру структуры тиристора в любой параллельной ветви можно записать в следующем виде:

$$\theta = \theta_{\text{н}} + \theta_{\text{окр}} + \theta_{\text{пл}}$$

где  $\theta$  - превышение температуры, вызванное протеканием силового тока;

$\theta_{\text{окр}}$  - температура окружающей среды;

$\theta_{\text{н}}$  - перегрев воздуха по высоте шкафа 25 (для нижней параллельной ветви  $\theta_{\text{пл}} = 0$ ).

При этом

$$\alpha \sim P_{\text{т макс}} - P_{\text{т2}} \quad (1)$$

20

30

где  $P_{\text{т макс}}$  ~ максимальная мощность потерь на тиристоре,

$$P_{\text{т макс}} = I_{\text{т макс}}^2 R_{\text{т макс}}$$

$I_{\text{т макс}}$  - максимальная величина тока через тиристор

$$I_{\text{т макс}} = (n_{\text{ом}} K / P)^{1/2}$$

где  $n_{\text{ом}}$  - номинальный ток преобразователя,

$K$  - коэффициент, учитывающий неравномерность деления тока между параллельно включенными тиристорами плеча,

$U_0$  - пороговое напряжение тиристора в открытом состоянии,

$R_{\text{д}}$  - дифференциальное сопротивление тиристора в открытом состоянии;

$R_{\text{т2}}$  - установившееся тепловое сопротивление структура - охлаждающая среда;

$$R_{\text{т}} = R_{\text{т стк}} + R_{\text{т ко}} + R_{\text{тохл}}$$

$R_{\text{т стк}}$  ~ установившееся тепловое сопротивление структура-корпус;

$R_{\text{т ко}}$  - установившееся тепловое сопротивление контакта тиристор-охладитель;

$R_{\text{тохл}}$  ~ установившееся тепловое сопротивление охладителя.

Из литературных источников, например, (3) известно, что параметры вольт-амперной характеристики  $U_0$  и  $R_{\text{д}}$  являются линейно зависимыми от температуры структуры, причем  $U_0$  с ростом температуры падает, а  $R_{\text{д}}$  увеличивается, т.е.

$$U_0(0) = a_1 0 + a_2$$

$$R_{\text{д}}(0) = a_3 0 + a_4, \quad (a_3 a_4 > 0; a_1 < 0)$$

Предположим, что по одной из параллельных ветвей плеча протекает ток  $I_{\text{т макс}} = I_i$  пульсации выпрямленного тока не учитываем), а температура структуры тиристора, принадлежащего к этой ветви, составляет  $\theta_i$ .

Тогда, пользуясь (1) находим ток  $I_i$ , вызывающий температуру  $\theta_i = 0 - 0 \text{ OKP} - \theta_{\text{н}}$

(2)

Падение напряжения на тиристоре  $U_{\text{т}}(I_i)$  будет иметь вид

При работе одной ветви параллели (в соответствии с методом, когда измеряется ток через каждый тиристор при поочередном включении их в работу, устанавливаемым таким образом, чтобы среднее падение напряжения на этом тиристоре при протекании через него измеряемого тока соответствовало среднему падению напряжения на параллельно соединенных тиристорах)  $\theta_{\text{пл}} = 0$ . Посмотрим, какой ток  $I_2$  надо взять, чтобы падение напряжения на тиристоре  $U_{\text{т}}(I_2)$  было равным  $U_{\text{т}}(0)$  В этом случае  $\theta_{\text{окр}}$

(3)

Откуда, с учетом того, что

Из (3) находим

$$a_3 3 \theta_{\text{окр}} + R_{\text{т2}} \approx I_2^2 \quad (4)$$

$$- R_{\text{т2}} a_1 I_2^2 - 2$$

Используя (4) находим  $U_{\text{т}}(I_2)$

И, наконец, пользуясь условием равенства падений напряжений, можно записать квадратное уравнение, решив которое, определяем искомый ток  $I_2$  который вызывает то же падение напряжения, что и ток  $I_i$

$$U_{\text{т}}(I_2) = U_{\text{т}}(I_i) \quad (6)$$

$$U_{\text{т}}(I_2) = U_{\text{т}}(I_i)$$

$$\frac{-I_T}{U} \sim \quad (7)$$

Для иллюстрации приведенных выше 5 рассуждений в табл. 1 приводятся данные расчета токов  $I_1, I_2$ , относительной погрешности  $D = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \cdot 100\%$ . При  $\Delta t_p = 0$  окр. норм -  $= 40^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t = 0 - 20^\circ\text{C}$  (величиной  $\Delta t$  задаемся) Ю при комплектовании преобразователя тиристорами типа Т1 73-1600 в сборе с охладителями типа 0173, скорости воздуха в межреберном пространстве 6 м/с, величинах  $a_1 - a_4$ , найденным с помощью предельных 15 анодных характеристик в открытом состоянии (4).

Данные для расчета:

$a_1 = -0,00349 \text{ В}/^\circ\text{C}$ ,  $a_2 = 1,49625 \text{ В}$ ,  
 $a_3 = 0,00000124 \text{ Ом}/^\circ\text{C}$ ,  $a_4 = 0,000132 \text{ Ом}$ , 20  
 $R_{т.ст.-к} = 0,011^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ,  $R_{т.к.о} = 0,005^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ,

$\text{Ктохл.} = 0,045^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Как видно из приведенной таблицы, относительная погрешность рассмотренного 25 метода определения распределения токов по параллельным ветвям:

1) уменьшается при увеличении номинального тока преобразователя, при котором производится эксперимент (косвенно 30

2) увеличивается с ростом величины перегрева воздуха по высоте шкафа *вп*.

Например, при  $\Delta t = 75^\circ\text{C}$  при изменении *вп* от 0 до  $20^\circ\text{C}$  относительная погрешность  $\Delta$  составляет 0 - 99,67%.

Приведенный расчет позволяет сделать вывод, что, применяя предложенный метод контроля, можно достичь максимальной степени точности измерения прямых токов в 40 параллельно соединенных тиристорах при испытаниях вентильного преобразователя.

На чертеже приведена электрическая схема испытательной установки. В состав установки входят: питающая сеть 1, выключатель 2 трехлолюсный, испытуемый преобразователь 3, нагрузка 4.

Испытуемый преобразователь 3 содержит группы 5-10 параллельно соединенных ветвей, каждая из которых, в свою очередь содержит, например, три параллельно включенные вентильные ветви 11-13 с тиристорами. Шунт 14 имеет выводы 15 и 16.

Испытуемый преобразователь имеет охлаждающее устройство 17, а для проведения испытаний устанавливается устройство 18 установки величины температуры потока хладагента.

Предлагаемый способ реализуется следующим образом. Включая выключатель 2 и охлаждающее устройство 17, испытуемый преобразователь вводят в работу. Измеряют и запоминают температуру на вентильных ветвях 5-10 и температуру поступающего на них хладагента.

Затем исключают все параллельные вентильные ветви, кроме одной, например оставили вентильную ветвь 11. Формируют в ней запомненную температуру тиристора путем изменения нагрузки и температуру хладагента путем регулировки температуры устройства 18.

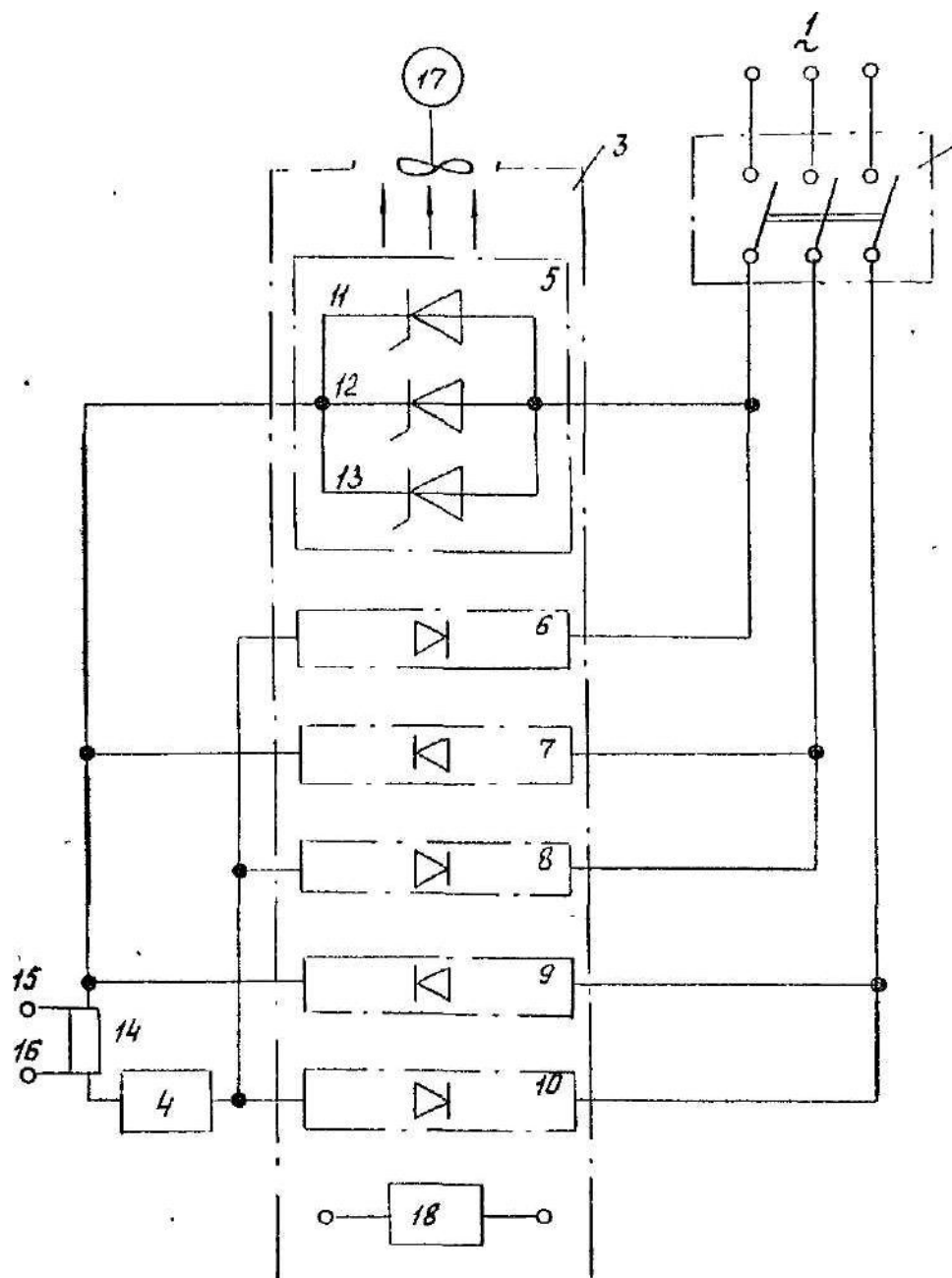
Таким образом, выполняется условие чтобы температура тиристора в вентильной ветви 11 и температура хладагента были бы такими, как и при работе всех ветвей. Измеряют ток через шунт 14 на клеммах 15 и 16.

Указанную операцию проводят и для вентильных ветвей 12 и 13. Измеренный ток на шунте 14 дает информацию о делении тока в параллельных вентильных ветвях 11, 12 и 13.

Установка температуры вентильной ветви и установка температуры хладагента позволяют при довольно простых операциях значительно повысить точность испытания вентильного преобразователя, сократить время для разработки приемлемой конструкции ошиновки вентильного преобразователя.

Установка температуры вентильной ветви и установка температуры хладагента позволяют при довольно простых операциях значительно повысить точность испытания вентильного преобразователя, сократить время для разработки приемлемой конструкции ошиновки вентильного преобразователя.

U	1 C B O				^ M C ) o				B in o				
	Q o C				o O				Q O				
	O	I			O	B	O	O	O	n i	O	i	O
		■ O ^											
					, H Q E				, 345				
^	O 8 !				O Q III C				O ; CM H				
	CM 2 90 ;	Q 1 8 C	0 1 5 O	67	CM 8 1 8	1707, O	132 ; H	1456	132 ; H	1152, C	1009,4	0 ; 0,9	H 1 5 O 8
	H 1 3	B 8	B 8 H	CM	1 50 a	1	1, 52	1	1, 52	1, 493	1, 4 616	2 8	2 ; 2 O 8
	CM 2 2 2	CM 8 s in	CM 8	CM 8	1673, to	1315.7	1315.7	1152, C	934,4	CM	7,43	CM	CM 2 2 O 8



Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор Н.Король

Замовлення 4051

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

Підписне

