

СЕТОЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫМ ТРЕХФАЗНЫМ ДВУХПОЛУПЕРИОДНЫМ ВЫПРЯМИТЕЛЕМ С ПРЕРЫВИСТЫМ РЕЖИМОМ РАБОТЫ ВЕНТИЛЕЙ

В. В. ИВАШИН

Выпрямитель, заряжающий накопительную емкость системы питания синхротрона «Сириус» на 1,5 Гэв, собран на тиратронах ТР1-85/15 по схеме Ларионова. Выпрямитель включается на время 0,7 секунды каждую секунду и должен при настройке ускорителя работать при больших углах управления. Вентили выпрямителя работают в режиме прерывистого тока. Поджигающие импульсы должны при этом удовлетворять следующим условиям.

1. Длительность импульсов должна быть не менее 60° .
2. Все импульсы должны быть смещены на одинаковое время друг относительно друга и иметь крутые фронты.

Второе условие оказалось особенно трудно выполнимым по той причине, что выпрямитель работает в импульсном режиме. Переходные процессы, которые возникали в схеме формирования импульсов, нарушали режим работы выпрямителя. Первый из формируемых импульсов приходил на вентиль выпрямителя на несколько градусов раньше, что приводило к перегрузке вентилей током и срабатыванию токовой защиты.

На рис. 1, а приведена схема формирования поджигающих импульсов, удовлетворяющая вышеуказанным требованиям. Схема состоит из индукционного фазорегулятора 1, трехфазного трансформатора 2 с шестью вторичными обмотками, дросселей насыщения 3, сопротивлений 4, сеточных трансформаторов 5 и тиратронов управления 6. Шестифазная система напряжений на вторичных обмотках трансформатора 2 преобразуется с помощью дросселей 3 и сопротивлений 4 в импульсы, сдвинутые друг относительно друга на 60° . Эти импульсы формируются на сопротивлениях 4 и могут быть переданы через сеточные трансформаторы 5 в цепи сеток вентилей выпрямителя при открытых тиратронах управления 6.

Включение параллельно сопротивлениям 4 цепочек из последовательно соединенных первичных обмоток трансформаторов 5 и вентилей 6 позволяет выполнить второе требование.

Импульсы в выпрямитель могут передаваться только при открытых тиратронах 6, что позволяет легко выполнять схему управления для выпрямителя с импульсной работой. Импульсы, передаваемые в выпрямитель, не могут отстоять друг от друга более чем на 60° . Это объясняется переманчиванием трансформаторов 5 только по частным

циклам, а также тем, что на сопротивлениях 4 импульсы формируются постоянно, вне зависимости от работы выпрямителя.

Заземление катодных цепей тиратронов управления позволяет выполнить систему управления простой и легко управляемой.

Как правило, параметры отдельных изготовленных дросселей насыщения всегда несколько отличаются. Напряжения, индуктируемые на 6-й вторичных обмотках трансформатора 2 также могут быть неодинаковы, например, из-за перекоса фаз питающего напряжения, что часто имеет место на практике. Все это влияет на сдвиг во времени между формируемыми импульсами и на равномерность загрузки клапанов управляемого выпрямителя.

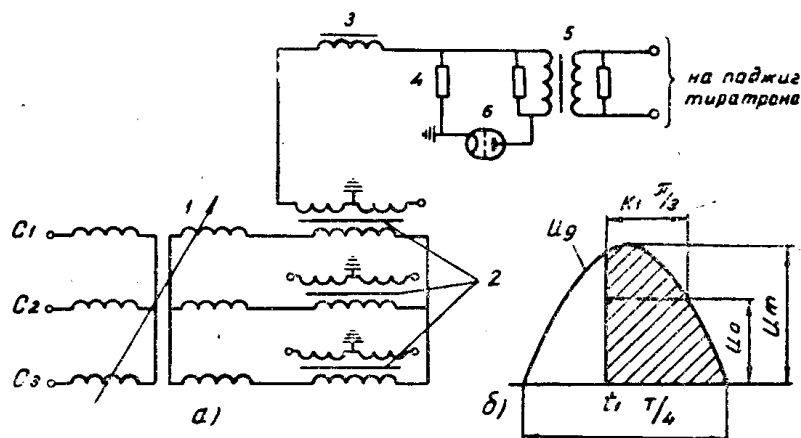


Рис. 1. а — схема формирования сеточных импульсов; б — формирование импульсов с крутым фронтом из синусоидальной кривой напряжения

Для расчета параметров дросселя 3 падением напряжения на активном сопротивлении 4 в первом приближении можно пренебречь. В этом случае справедливо

$$u = U_m \sin \omega t = \frac{d\Psi}{dt}, \quad (1)$$

где u — напряжение на вторичной обмотке трансформатора 2, Ψ — потокосцепление дросселя.

Будем считать, что дроссель полностью перемагничивается за время t_1 , и что при этом его индукция изменяется от $+B_s$ до $-B_s$ (рис. 1, б).

После интегрирования выражения (1) можно определить параметры дросселя:

$$\omega S = \frac{U_m}{2B_s \cdot \omega} (1 - \cos \omega t_1). \quad (2)$$

Из (2) нетрудно выбрать число витков обмотки дросселя ω и сечение его магнитопровода S по профилю пластин, из которых должен изготавливаться магнитопровод дросселя. Для обеспечения ширины поджигающих импульсов на уровне сеточного смещения более 60° (условие 60°) время перемагничивания выбирается из условия

$$t_1 = \frac{1}{\omega} \left[\frac{\pi}{3} (3 - \kappa_1) - \arcsin \frac{U_0}{U_m} \right], \quad (3)$$

где U_0 — напряжение постоянного смещения на сетках тиратронов выпрямителя, приведенное к первичной обмотке трансформатора 5;

k_1 — коэффициент, показывающий во сколько раз импульс напряжения на сопротивлении на уровне U_0 шире $\pi/3$.

На рис. 1, б показаны напряжения u_g на дросселе и напряжение на сопротивлении (заштрихованная область).

Для равномерного распределения нагрузки между вентилями выпрямителя необходимо иметь возможность изменять время переманичивания t_1 в любом из шести дросселей. Это можно делать изменением сечения магнитопровода дросселя и изменением числа его витков. Изменять число витков обмотки значительно проще, поскольку для этого можно предусмотреть у обмотки несколько выводов и осуществлять изменение числа витков не разбирая дросселей.

Для определения чувствительности изменения угла управления от изменения числа витков запишем выражение (1) в виде

$$U_m \cdot \sin \omega t = 2B_s \cdot S \cdot \frac{d\omega}{dt} \quad (4)$$

и после преобразований с учетом (2) получим

$$\frac{dt}{d\omega} = \frac{1 - \cos \omega t}{\omega \sin \omega t} \frac{сек}{виток}, \quad (5)$$

или

$$\frac{dN}{dW} = \frac{360^\circ (1 - \cos \omega t)}{2\pi \cdot W \cdot \sin \omega t} \frac{град}{виток},$$

где

$$dN = \frac{360^\circ}{T} \cdot dt. \quad (6)$$

Обычно с шунта в цепи выпрямленного тока на осциллограф подается сигнал, который при прерывистой работе выпрямителя имеет вид импульсов тока с периодом повторения в шесть импульсов. Выключая из работы один из тиратронов управления 6, можно определить, какой импульс на осциллографе соответствует работе любой пары вентилях, что облегчает обслуживание выпрямителя.

Выпрямитель с рассмотренной системой формирования сеточных импульсов длительно эксплуатируется в импульсном режиме.