

К РАСЧЕТУ УРАВНИТЕЛЬНОГО РЕАКТОРА
ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ИГНИТРОНОВ

В. М. РАЗИН

Иногда перегрузочная способность игнитрона оказывается недостаточной по величине. В этих случаях приходится включать два игнитрона параллельно. Если их включить без каких-либо дополнительных устройств, то вследствие некоторого различия характеристик распределение общего суммарного тока будет таким, что один игнитрон будет нести большую нагрузку или целиком брать ее на себя. Для уравнивания тока в анодных цепях обоих игнитронов в эти цепи включают так называемый уравнительный реактор по схеме фиг. 1 [1].

При использовании такого реактора случайное увеличение тока в одном игнитроне сопровождается соответствующим увеличением напряжения на другом игнитроне и, следовательно, выравниванием токов в обоих игнитронах. Уравнительный реактор в этом случае не оказывает практически никакого влияния на общий суммарный ток, если не учитывать активные потери, так как магнитодвижущие силы обмоток в отдельных анодных цепях направлены встречно и коэффициент связи между этими обмотками близок к единице.

Однако, как указывается в литературе [2] и подтверждается на практике, пока не имеется схем поджигания игнитронов, полностью исключающих возможность пропусков зажигания. Это обстоятельство накладывает определенные ограничения на выбор параметров уравнительного реактора.

Рассмотрим характер этих ограничений для одного частного случая параллельной работы игнитронов в разрядном контуре схемы фиг. 2.

В этой схеме емкость C , заряженная от какого-либо источника до напряжения U , разряжается на индуктивность L через два параллельно включенных игнитрона с применением уравнительного реактора. Наличие пропусков в зажигании игнитронов создает возможность перегрузки игнитронов как по току, так и по напряжению, что может неблагоприятно отразиться на длительности срока службы игнитронов. Путем надлежащего выбора параметров в схеме фиг. 2 можно величину этих перегрузок ограничить в определенных пределах.

При параллельной работе через игнитроны проходит суммарный максимальный ударный ток:

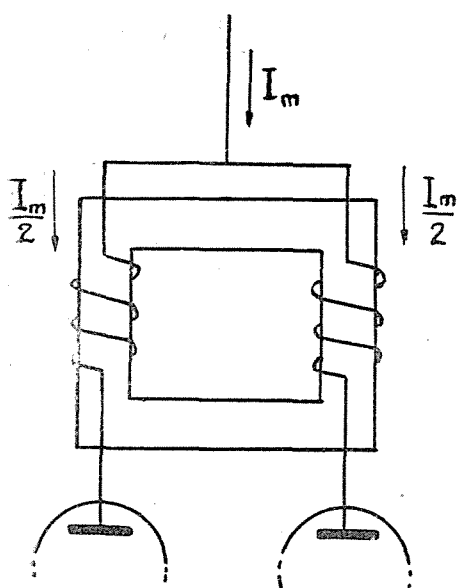
$$I_m = \frac{U}{\sqrt{\frac{L}{C}}}. \quad (1)$$

Здесь I_m — амплитуда суммарного тока, U — напряжение на емкости C (до разряда).

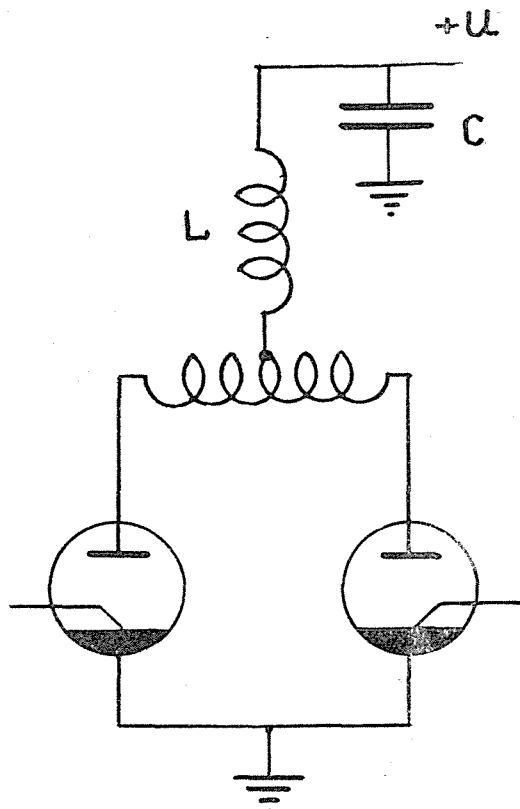
Через каждый игнитрон идет ток:

$$I_n = \frac{I_m}{2}. \quad (2)$$

В этом случае влияние уравнивающего реактора мы не учитываем совсем. Если же при одновременной подаче поджигающих импульсов на зажигатели обоих игнитронов зажигается только один из них, то можно

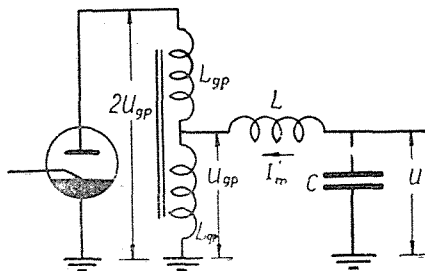


Фиг. 1



Фиг. 2

считать, что в этом случае емкость разряжается на цепь, изображенную на фиг. 3.



Фиг. 3

Принятое допущение будет справедливо в том случае, если падение напряжения на зажегшемся игнитроне будет много меньше напряжения на емкости С.

В этих условиях зажегшийся игнитрон один пропускает весь ток в разрядном контуре. Амплитуда тока через этот игнитрон будет равна:

$$I_n < I_n' = \frac{U}{\sqrt{\frac{L + L_{\partial p}}{C}}} < I_m. \quad (3)$$

В этом случае мы учитываем влияние индуктивности $L_{\partial p}$ одной обмотки уравнительного реактора на величину амплитуды тока в разрядном контуре.

Как это видно из выражения (3), амплитуда тока в контуре будет меньше по величине амплитуды суммарного тока при параллельной работе игнитронов, но больше амплитуды тока через один игнитрон при той же параллельной работе. Величину перегрузки игнитрона по току можно охарактеризовать коэффициентом нагрузки K_T , величина которого определяется из следующего выражения:

$$K_T = \frac{I_n'}{I_n}. \quad (4)$$

Решая совместно (1), (2), (3) и (4), получаем следующую зависимость отношения индуктивностей реактора и контура от величины коэффициента нагрузки по току:

$$\frac{L_{\partial p}}{L} = \frac{4}{K_T^2} - 1. \quad (5)$$

Зависимость отношения индуктивностей от коэффициента нагрузки по току для некоторых значений этого коэффициента представлена в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициент нагрузки по току	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Отношение индуктивностей	3	2,3	1,78	1,36	1,04	0,78

На основании данных табл. 1 можно, задавшись определенной величиной коэффициента нагрузки по току, определить величину индуктивности одной обмотки уравнительного реактора для этого случая. Из этих данных следует также, что игнитрон будет работать в случае пропусков без перегрузки, если индуктивность одной обмотки реактора будет больше индуктивности разрядного контура не менее чем в три раза.

При параллельной работе игнитронов нужно учитывать также то обстоятельство, что незажегшийся игнитрон в этом случае будет находиться под повышенным напряжением. Уравнительный реактор в этих условиях можно рассматривать как повышающий напряжение автотрансформатор с коэффициентом трансформации 1:2 (фиг. 3).

Падения напряжения $U_{\partial p}$ на одной обмотке уравнительного реактора в начале разряда определится из выражения:

$$\frac{U_{\partial p}}{U} = \frac{L_{\partial p}}{L + L_{\partial p}} = \frac{1}{1 + \frac{L}{L_{\partial p}}}. \quad (6)$$

Незажегшийся игнитрон будет находиться в этот момент под напряжением:

$$U' = 2U_{op}. \quad (7)$$

По аналогии с определением коэффициента нагрузки игнитрона по току можно отношение амплитуды напряжения на незажегшемся игнитроне к амплитуде напряжения на нем при нормальной работе условно назвать коэффициентом перегрузки по напряжению K_n . Величина последнего коэффициента определится, очевидно, из равенства:

$$K_n = \frac{U'}{U}. \quad (8)$$

Решая совместно (5), (6), (7) и (8), нетрудно найти зависимость между обоими коэффициентами:

$$K_n = 2 - \frac{K_T^2}{2}. \quad (9)$$

Зависимость коэффициента перегрузки по напряжению от коэффициента нагрузки по току, вычисленная по формуле (9), представлена в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициент нагрузки по току	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Коэффициент перегрузки по напряжению	1,5	1,345	1,28	1,115	1,02	0,875

Решая приведенные выше уравнения, можно легко установить, что $K_n = 1$ при $K_T = 1,43$ и $L_{op}/L = 1$, т. е. найти условия, при которых напряжение на аноде незажегшегося игнитрона не будет превышать допустимого значения.

Руководствуясь изложенными выше соображениями, в каждом конкретном случае следует определить величину коэффициентов K_T и K_n и в соответствии с этим выбрать надлежащим образом соотношение параметров в схеме фиг. 2. В случае необходимости подобного рода рассуждения могут быть использованы и при работе игнитронов в схемах другого вида, а также при параллельной работе тиратронов в соответствующих условиях.

Таким образом, при надлежащем выборе параметров в схеме с параллельным включением игнитронов можно обеспечить такие условия их работы, что и при наличии пропусков зажигания игнитроны не будут испытывать перегрузки по току и напряжению. Этим самым может быть продлен срок службы игнитронов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шляпошников Б. М. Игнитронные выпрямители. Трансжелдориздат, 1947.
2. Горелик А. А. Промышленная электроника. ГЭИ, 1951.