

4956/2-76

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



Г-555

13/кн-76

13 - 1005

В.Г.Глущенко, И.А.Курсков, Р.С.Семина

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕГРУЗКИ
ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

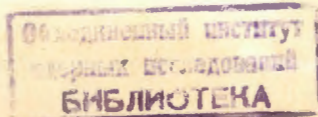
1976

13 - 10050

В.Г.Глуценко, И.А.Курсков, Р.С.Семина

УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОТ ПЕРЕГРУЗКИ
ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направлено в ПТЭ



Медленный вывод ускоренных частиц на дубненском синхрофазотроне осуществляют с помощью импульсных магнитов и линз, размещенных в вакуумной камере ускорителя /1/. При токе нагрузки, превышающем допустимый эффективный ток, магниты и линзы перегреваются, что приводит к их повреждению, а также к значительному ухудшению вакуума в камере ускорителя. Для защиты от перегрузки этих устройств необходимо контролировать значение эффективного тока в каждом импульсе.

Применение для этой цели известного в импульсной технике /2/ и автоматике интегрирующего контура, выход которого подключен через пороговый элемент к реагирующему реле, не представляется целесообразным. В таком контуре выходное напряжение

$$U_{\text{ВЫХ}} = \frac{1}{C} \int U_{\text{ВХ}} dt.$$

При использовании трансформатора постоянного тока выходное напряжение будет пропорционально измеряемому току, т.е.

$$U_{\text{ВЫХ}} = K \int i dt.$$

Следовательно, устройство защиты от перегрузки импульсной электрической системы, выполненное на этом принципе, имеет тот недостаток, что время срабатывания защиты пропорционально интегралу от значения тока, а нагрев защищаемой системы пропорционален интегралу от квадрата тока.

Для решения поставленной задачи (контроля значения эффективного тока в импульсе) предлагается использовать в схеме защиты известный интегрирующий контур /2/, параллельно зарядному сопротивлению которого включить нелинейное сопротивление, например, стабилитрон.

В настоящей статье приводится описание устройства и принципа действия такой защиты, а также методика расчёта и подбора ее временных характеристик на примере защиты от перегрузок выводной линзы канала медленного вывода ускоренных частиц из синхрофазотрона.

УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЗАЩИТЫ

Схема защиты представлена на рис. 1.

Ток нагрузки измеряется с помощью трансформатора постоянного тока типа И514/6. Напряжение вторичной обмотки выходного трансформатора вспомогательного устройства ВУИ514/6 через выпрямитель В подается на резистор R3. Емкость C1 используется в качестве фильтра.

Напряжение с резистора R3 подается на интегрирующий контур, состоящий из резисторов R1, R2, стабилитрона D1 и зарядной емкости C2.

Параметры интегрирующего контура выбираются таким образом, чтобы значение напряжения на зарядной емкости достигало величины напряжения переключения динистора D3 при максимально допустимом эффективном токе нагрузки за импульс.

При открывании динистора D3 зарядная емкость C2 интегрирующего контура разряжается через импульсный трансформатор ТИ. Выходной импульс трансформатора ТИ открывает тиристор D6, при этом срабатывает выходное реле типа МКУ-48.

Если ток нагрузки меньше уставки срабатывания защиты, то динистор D3 не открывается, и зарядная

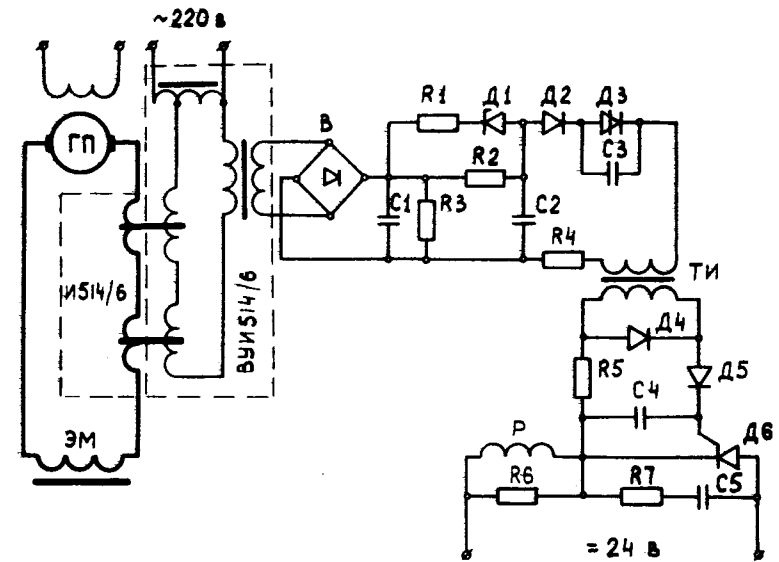


Рис. 1. Схема защиты от перегрузки импульсной выводной линзы. В - Д248 х 4; C1 = 20 мкФ; C2 = 120 мкФ; C3 = 1 мкФ; C4 = 0,1 мкФ; C5 = 0,1 мкФ; R1 = 38,4 кОм; R2 = 66 кОм; R3 = 1,1 кОм; R4 = 10 Ом; R5 = 470 Ом; R6 = 5,6 кОм; R7 = 200 Ом; D1 - Д817Г; D2 - Д226Б; D3 - КН102В; D4 - Д226Б; D5 - Д226Б; D6 - КУ101Е; P - МКУ-48; ТИ - W₁ = W₂ = 250, ферритовое кольцо М1000НМ 40 х 25 х 11.

емкость C2 после окончания импульса тока разряжается через стабилитрон D1 и резисторы R1, R2, R3.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ПОДБОРА ХАРАКТЕРИСТИК СРАБАТЫВАНИЯ ЗАЩИТЫ

Для расчёта защиты от перегрузки необходимо знать величину эффективного тока за цикл I_ц, при которой защита должна срабатывать.

Зная параметры цикла, можно рассчитать значение эффективного тока за импульс:

$$I_{\text{имп}} = I_M \sqrt{\frac{t_1 + 3t_2 + t_3}{3t_{\text{имп}}}}$$

где длительность импульса $t_{\text{имп}} = t_1 + t_2 + t_3$ (см. рис. 2).

Исходя из того, что при нормальной работе выводной линзы за время цикла $T_{\text{ц}} = 10$ с и токе $I_{\text{ц}}$ в линзе выделяется столько же тепла, сколько при работе за время $t_{\text{имп}}$ и токе $I_{\text{имп}}$, рассчитываем для заданного $I_{\text{ц}} = \text{const}$ и каждого конкретного значения $I_{\text{имп}}$ соответствующую допустимую (из условий нагрева) длительность импульса

$$t_{\text{имп}} = \frac{I_{\text{ц}}^2 \cdot T_{\text{ц}}}{I_{\text{имп}}^2}$$

По данным расчёта строим зависимость длительности импульса от значения эффективного тока в импульсе при неизменной величине эффективного тока за цикл $I_{\text{ц}}$ (см. кривую 1 на рис. 2), равного заданному току срабатывания.

Кривая 2а на рис. 2 построена для случая, когда нелинейный элемент в интегрирующем контуре (стабилитрон D1 на схеме рис. 1) отсутствует. Эта кривая снималась экспериментально. Из графика следует, что время срабатывания защиты в этом случае значительно превосходит допустимое значение длительности импульса.

Для получения характеристики срабатывания защиты, максимально приближающейся к заданной, в интегрирующий контур в качестве зарядного сопротивления включен нелинейный элемент (стабилитрон D1 на рис. 1). Тип стабилитрона подбирается из условия, чтобы при токах возбуждения линзы, соответствующих значительному расхождению характеристик 1 и 2а, напряжение на резисторе R2, включенном параллельно стабилитрону D1, соответствовало бы напряжению нелинейной части динамической характеристики стабилитрона. В этом случае результирующее зарядное сопротивление интегрирующего

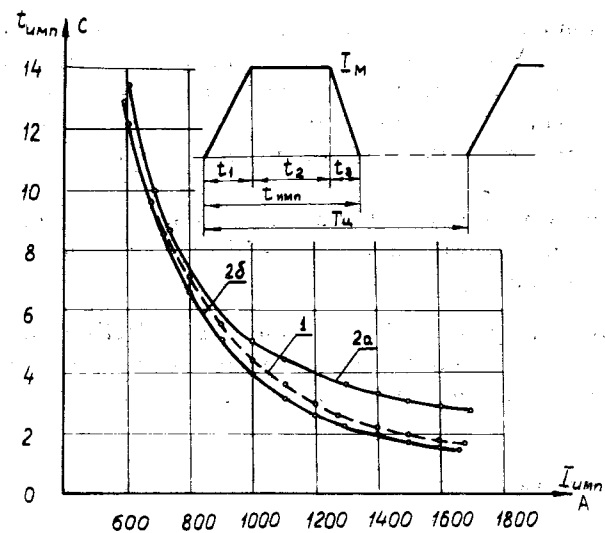


Рис. 2. Временные характеристики защиты от перегрузки выводной линзы: 1 - зависимость длительности импульса от значения эффективного тока в импульсе, равного заданному току срабатывания, при неизменной величине эффективного тока за цикл; 2 - зависимость времени срабатывания защиты от эффективного тока выводной линзы; а - защита выполнена на основе интегрирующего контура без стабилитрона, б - защита выполнена на основе интегрирующего контура со стабилитроном.

контура изменяется нелинейно и временная характеристика срабатывания защиты 2б приближается к характеристике 1 (рис. 2).

Параметры зарядного резистора R2, стабилитрона D1 и резистора, включенного последовательно со стабилитроном, подбираются так, чтобы наибольшее совпадение характеристик 1 и 2б было при рабочей длительности импульса выводной линзы.

Экспериментальную подборку характеристики 2б срабатывания защиты можно производить на стенде, по-

давая в первичную обмотку выходного трансформатора устройства ВУИ514/6 ток от сети. При этом погрешность временной уставки защиты не превысит 5% от уставки защиты, настроенной путем подачи импульсного тока непосредственно от агрегата питания в обмотку выводной линзы.

На рассмотренном принципе разработана также защита от перегрузки линзы МЛ-14, работающей в импульсном режиме.

Авторы выражают благодарность А.П.Волкову и В.Ф.Бычкову, выполнившим большой объем работ по изготовлению и наладке блоков защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. И.Б.Иссинский и др. Препринт ОИЯИ, Р9-6273, Дубна, 1973.
2. Л.М.Гольденберг. Основы импульсной техники. М., Связь, 1964.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 августа 1976 года.