

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



С344.19
Г-555

28/к-74

13-8142

4235/2-74

В.Г.Глуценко, Р.С.Семина

**УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОТ МЕЖВИТКОВЫХ
ЗАМЫКАНИЙ ОБМОТКИ КАМЕРНОГО МАГНИТА**

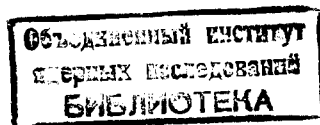
1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

13-8142

В.Г.Глущенко, Р.С.Семина

**УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ОТ МЕЖВИТКОВЫХ
ЗАМЫКАНИЙ ОБМОТКИ КАМЕРНОГО МАГНИТА**



В экспериментах по исследованию взаимодействий частиц, ускоренных до высоких энергий, широко используются пузырьковые камеры, в частности, водородные. С точки зрения электротехники одной из сложных систем, обеспечивающих работу пузырьковых камер, является магнит, непосредственно в котором расположена камера. На этот магнит накладываются требования как на высокую стабильность величины его магнитного поля /лучше 0,1%/ , так и на надежность.

Большое значение имеет и обеспечение взрыво- и пожаробезопасности установок. Поэтому возникают особые требования на устройства защиты магнита пузырьковой камеры от межвитковых замыканий.

Условия работы магнита МС-7

Режим работы - статический. Стабилизированный ток возбуждения - 11400 А. Активное сопротивление обмотки - 0,046 Ом при температуре 15° С.

Состав обмотки - 11 секций по 30 витков в каждой секции. Все витки /т.е. 330 штук/ соединены последовательно.

Система водоохлаждения обмотки состоит из 33 параллельно включенных ветвей, т.е. на каждые 10 витков обмотки имеется одна охлаждающая группа. Все напорные ветви охлаждения питаются водой от одного коллектора, все сливные ветви подключены к одному сливному коллектору. На сливе каждой ветви охлаждения осуществ-

вляется контроль протока, давления и температуры воды. Термосигнализатор при температуре воды 50°C выдает предупреждающий сигнал, а при температуре 70°C снимает ток с магнита /полное отключение/.

Устройство и принцип действия защиты

Схема защиты изображена на рис. 1.

Принцип действия защиты основан на сравнении напряжений на каждой из половин обмотки магнита. Защита выполнена на тороидальных поляризованных магнитных усилителях типа ТУМ-А3-22 с внутренней положительной обратной связью, включенных между собой по дифференциальной схеме.

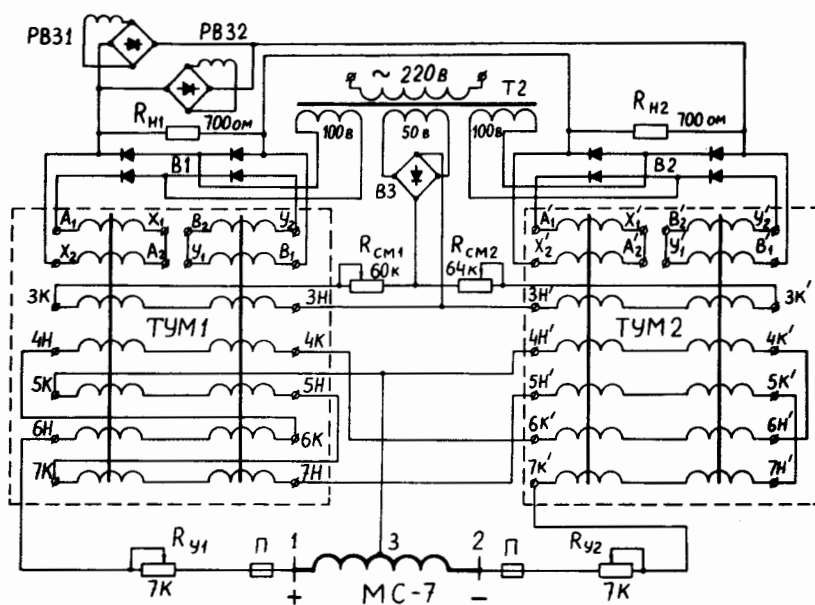


Рис. 1

Напряжение измеряется компенсационным методом путем сравнения подобранных ампервитков обмоток управления, подключенных к разным половинам обмотки магнита.

Ампервитки обмоток управления 6Н-4К и 5К-7Н действуют встречно друг другу. Одни обмотки намагничивают ТУМ, другие размагничивают.

Так как конструктивно одна половина обмотки магнита на 10 витков отличается от другой, то для выравнивания ампервитков обмоток управления магнитных усилителей используются уравнивательные сопротивления R_{y1} и R_{y2} . Эти же сопротивления ограничивают ток четных гармоник, трансформируемых в обмотки управления из рабочих обмоток магнитных усилителей.

Падения напряжения на сопротивлениях нагрузки R_{H1} и R_{H2} включены между собой последовательно, но по полярности встречно. Разность напряжений подается через выпрямители на выходные реле защиты PB31 и PB32.

При замыкании между витками в одной из половин обмотки магнита баланс ампервитков в магнитных усилителях нарушается. Вследствие этого один ТУМ намагничивается и его ток нагрузки увеличивается, другой - размагничивается и его ток нагрузки уменьшается. При этом на катушки реле PB31 и PB32 прикладывается разность напряжений $U_{\text{НБ}}$, от которой реле срабатывает.

Особенности настройки защиты

1. Для получения большого коэффициента усиления схемы необходимо сравнивать между собой большие ампервитки, для чего величины токов в обмотках управления ТУМ-А3-22 должны быть выбраны больше номинальной величины /6 мА/, но меньше максимально допустимой /80 мА/.

2. Подбором ампервитков обмотки смещения 3Н-3К выбирается оптимальное положение рабочей точки на проходной характеристике $I_{\text{нагр.}} = f(I_{\text{упр.}})$, изображенной на рис. 2, так, чтобы крутизна кривой была возможно большей по обе стороны от рабочей точки.

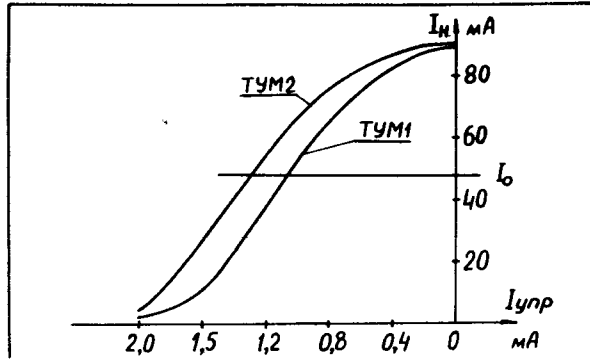


Рис. 2. Проходные характеристики магнитных усилителей.

Таблица 1

$U_{СК-7K}, В$	18,335	18,335	18,335	18,335	18,335	18,335	18,335	18,335
$U_{6H-4H}, В$	17,658	17,645	17,631	17,612	17,610	17,59	17,365	15,666
$U_{НБ}, В$	1	4	8,5	13	14	25	34	36
n витк		0,12	0,255	0,43	0,455	0,64	1,82	18,8

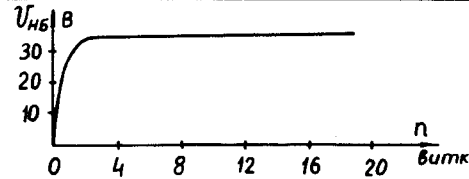


Рис. 3. Зависимость напряжения небаланса от числа замкнувшихся витков.

3. В качестве выходных реле РВ31 и РВ32 использовано реле напряжения типа РН-54/200, у которого сопротивление катушки без дополнительных сопротивлений равно 1000 Ом.

4. При номинальном установившемся токе магнита разбаланс напряжений $U_{НБ}$ на выходном реле защиты менее 1 В.

При подъеме и снятии тока с магнита разбаланс $U_{НБ} \leq 12 В$.

Для защиты обмотки магнита от межвитковых замыканий смонтированы два комплекта защит.

Первый комплект /реле РВ31/ работает при установившемся токе магнита. Его напряжение срабатывания равно 13,5 В, что обеспечивает работу при замыкании между соседними витками обмотки с коэффициентом чувствительности, равным 2.

Для обеспечения надежной отстройки первого комплекта защиты от ложного срабатывания во время подъема и снятия тока с магнита выполнена блокировка на поляризованных реле РБ1 и РБ2, разрывающих цепь промежуточного реле РПВ31.

Катушки поляризованных реле РБ1 и РБ2 по полярности включены последовательно встречно и питаются током, индуктированным в витках связи с основным полем магнита.

Второй комплект защиты /реле РВ32/ работает как при установившемся токе, так и во время подъема и снятия его с магнита. Напряженье срабатывания реле равно 25 В. Это обеспечивает работу реле РВ32 при замыкании одного витка обмотки на другой с коэффициентом чувствительности, равным 1,5.

Схема блокировки, защиты и сигнализации изображена на рис. 4.

Оба комплекта защиты, отключая ток с магнита, воздействуют на световую и звуковую сигнализации.

Чувствительность защиты

При токе 11400 А напряжения на обмотке магнита равны

$$U_{1-3} = 281 В \quad U_{3-2} = 264 В \quad U_{1-2} = 545 В.$$

Напряжение, приходящееся на один виток, равно 1,65 В/виток.

Часть 1-3 обмотки магнита имеет 170 витков, а часть 2-3 - 160 витков.

Межвитковые замыкания в обмотке магнита имитировались при токе 11400 А путем увеличения сопротивления R_{y1} . При этом измерялись напряжения, приложенные к магнитным усилителям от каждой половины обмотки магнита, и напряжение разбаланса защиты.

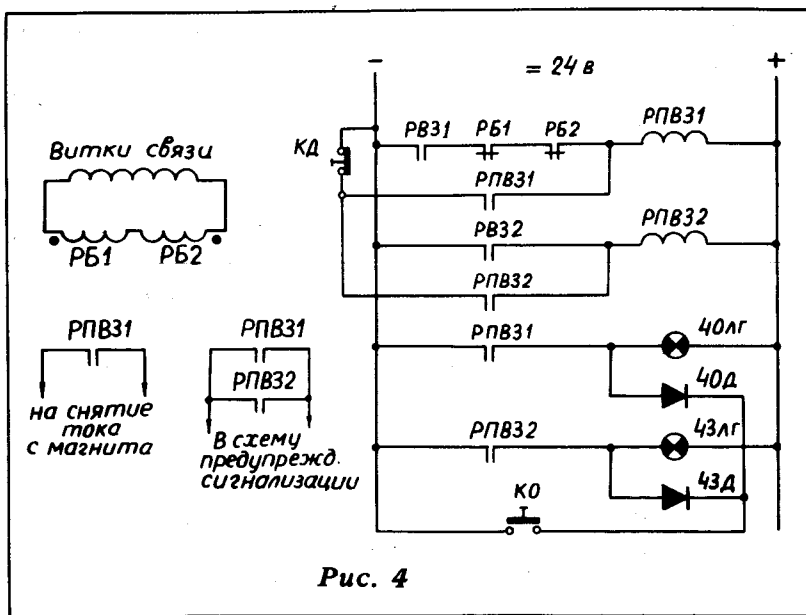


Рис. 4

Результаты измерений приведены в табл. 1.

На рис. 3 изображена зависимость величины напряжения разбаланса от числа замкнувшихся витков.

Определим величину уменьшения падения напряжения на части 1-3 обмотки при замыкании в ней одного витка.

281 В - 100%

1,65 В - x%

Отсюда $x = 0,6\%$.

На опыте первый комплект сработал при $U = 14 В$, при этом напряжение на ТУМах, снимаемое с части обмотки 1-3, уменьшилось до 17,610 В.

Определим, на сколько процентов изменилось напряжение в момент срабатывания первого комплекта защиты.

17,658 В - 17,610 В = 0,048 В

17,658 В - 100%

0,048 В - x%

Отсюда $x = 0,3\%$.

Следовательно, коэффициент чувствительности первого комплекта защиты равен 2, что вполне удовлетворительно.

Расчет и опыт эксплуатации показали, что защита от межвитковых замыканий ложно не срабатывает при перегреве на $20^\circ C$ одной из групп охлаждения обмотки.

Авторы выражают благодарность Н.М.Вирысову за помощь в работе.

Литература

1. В.А.Гейгер. Схемы магнитных усилителей. Госэнергоиздат, М., 1959.
2. Н.В.Чернобровов. Релейная защита. Энергия, Москва, 1971.
3. Ю.Бетко, И.Богуславский и др. Магнитное поле двухметровой жидководородной пузырьковой камеры "Людмила". Препринт ОИЯИ 1-6769, Дубна, 1972.
4. В.Г.Дорогунцев. Н.И.Овчаренко. Элементы устройств автоматики энергосистем. Энергия, Москва, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 июля 1974 года.