

3168/2-79



Объединенный
институт
ядерных
исследований
Дубна

X-68

13/8-79

10 - 12317

Хоанг Као Зунг, Хованец Ф., Л.Яншак

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА
В СТАНДАРТЕ КАМАК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПОТЕРЬ
ЭНЕРГИИ В СВЕРХПРОВОДЯЩИХ КАБЕЛЯХ
И ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТАХ

1979

10 - 12317

Хоанг Као Зунг, Хованец Ф., Л.Яншак

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ АВТОНОМНАЯ СИСТЕМА
В СТАНДАРТЕ КАМАК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ПОТЕРЬ
ЭНЕРГИИ В СВЕРХПРОВОДЯЩИХ КАБЕЛЯХ
И ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТАХ

*Направлено на Симпозиум по применению
микро-ЭВМ и микропроцессоров, Будапешт, 1979 г.*

Объединенный институт
ядерной энергии
БНТ-ИРРАТНА

Хоанг Као Зунг, Хованец Ф., Яншак Л.

10 - 12317

Микропроцессорная автономная система в стандарте КАМАК для измерений потерь энергии в сверхпроводящих кабелях и импульсных магнитах

Описывается микропроцессорная автономная система в стандарте КАМАК, применяемая для измерения потерь энергии в сверхпроводящих кабелях и импульсных магнитах.

Система обеспечивает измерение основных параметров сверхпроводников и их обработку с целью определения энергии, выделяемой в магните или в единице объема кабеля при определенных условиях испытаний.

Проведенные измерения дают возможность судить о свойствах сверхпроводящих кабелей и их пригодности для изготовления импульсных магнитов, а также позволяют оценить качество готовых магнитов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время микропроцессоры широко применяются в аппаратуре для физических исследований. Разработан набор микропроцессорных автономных контроллеров в стандарте КАМАК, на основе которых создаются как однокрейтные, так и многокрейтные автономные системы для измерений, сбора и обработки данных. Микропроцессорные контроллеры в большинстве случаев по быстродействию и емкости ОЗУ не уступают малым ЭВМ и имеют малые размеры и вес, низкую стоимость. Поэтому они могут выполнять функции ЭВМ в небольших системах физического эксперимента.

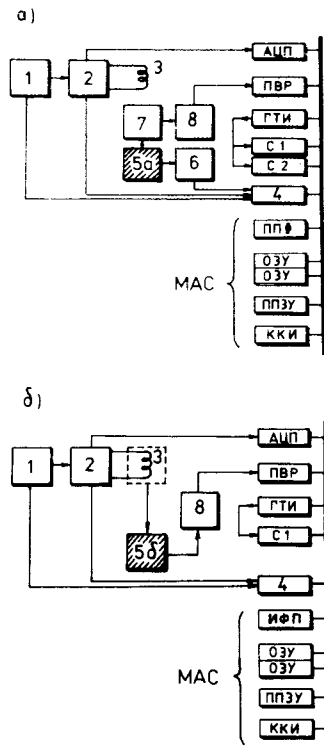
В Лаборатории высоких энергий ОИЯИ создана система автоматизации стенда измерения потерь энергии в сверхпроводящих кабелях и импульсных магнитах на линии с ЭВМ ТРА-70^{1/}. При создании ускорителя заряженных частиц с использованием сверхпроводящих магнитов целесообразно заменить мини-ЭВМ на более дешевую и компактную микро-ЭВМ, функции которой выполняет микропроцессорный контроллер крейта, разработанный в ЛВЭ^{2/}.

Было осуществлено исследование возможностей использования микропроцессорного контроллера в системе автоматизации измерения параметров сверхпроводников.

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

Блок-схема системы измерений потерь энергии представлена на рис. 1. В ее электронной части, выполненной в стандарте КАМАК, управляющим модулем является автономный "интел-

Рис.1. Блок-схема системы.



лектуальный" контроллер крейта ККИ-661, который выполнен на основе микропроцессора Intel -8080. Вместе с модулем памяти и интерфейсами периферийных устройств он образует вычислительную часть системы /микропроцессорная автономная система МАС/. Минимальный комплект модулей вычислительной части, необходимый для проведения измерений, состоит из модуля 4К ППЗУ, двух модулей по 4К ОЗУ и модуля интерфейса ИФП^{/3/}, к которому подключаются фотосчитывающее устройство и перфоратор. Пульт управления - алфавитно-цифровой дисплей или телетайп - подключаются непосредственно к ККИ по последовательному каналу.

Остальные модули образуют измерительную часть системы. Счетчики С1 и С2 применяются для преобразования интервалов времени в цифровой код пересчетом импульсов опорной частоты, поступающих из генератора тактовых импульсов ГТИ. Аналого-

цифровой преобразователь АЦП определяет максимальное напряжение на шунте в токовой цепи магнита.

При исследовании коротких образцов кабелей /см. рис. 1а/ источник тока 2, управляемый программатором 1, запитывает сверхпроводящий диполь 3, внутри которого находится калориметр с образцом. Объем газа в газгольдере 5а определяется блоком 6, который вырабатывает сигналы СТАРТ и СТОП при прохождении колокола газгольдера через метки, определяющие объем в один литр. Датчик 7 регистрирует температуру входящего в газгольдер газа гелия. Напряжение с датчика, пропорциональное значению температуры, подается на вход цифрового вольтметра 8 и преобразуется в цифровой код.

При испытании магнитов /см. рис. 1б/ источник тока 2 запитывает исследуемый магнит 3. Потери энергии в магните определяются джоульметром 5б.

Временная диаграмма работы системы представлена на рис. 2. При испытании магнита величина потерь энергии в нем и параметры магнитного поля определяются в течение одного цикла измерений, длительность которого соответствует одному периоду следования импульсов тока в магните /см. рис. 2а/. При испытании коротких образцов кабелей циклы измерений повторяются до тех пор, пока объем газа в газгольдере не достигнет одного литра.

Перед началом измерения все блоки приводятся в состояние готовности. При каждом импульсе тока в магните модуль 4 /см. рис. 1/ вырабатывает сигналы НАЧАЛО, СЕРЕДИНА и КОНЕЦ, которые соответствуют моментам появления, достижения максимального значения и исчезновения тока /см. рис. 2а/. По этим сигналам в соответствующие моменты времени система проводит измерение времени нарастания t_1 и спада t_2 тока, паузы t_3 между импульсами тока, а также максимального значения напряжения U_m на шунте в токовой цепи магнита. Кроме того, по сигналу КОНЕЦ измеряется напряжение U на входе цифрового вольтметра, которое пропорционально значению потери энергии при испытании магнита или значению температуры газа при испытании коротких образцов кабеля.

Данные, полученные при измерениях, обрабатываются в ККИ-661. Результаты выдаются либо на телетайп, либо на дисплей. После этого система снова приводится в состояние

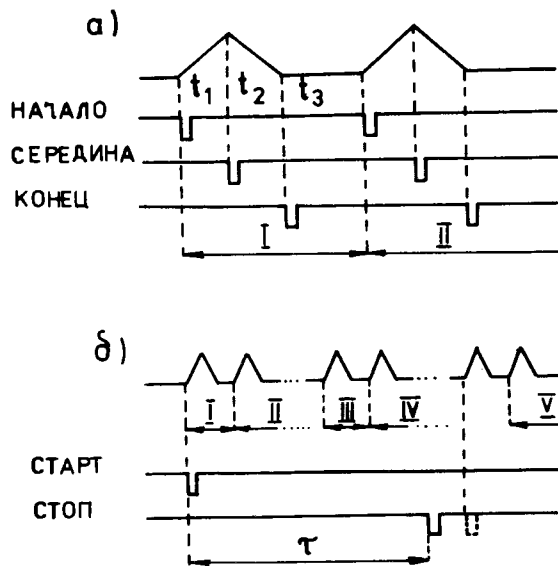


Рис.2. Временная диаграмма работы системы.

готовности и ожидает прихода сигнала НАЧАЛО для запуска очередного цикла измерений.

При испытании коротких образцов кабеля /см. рис. 2б/ система одновременно обеспечивает измерение промежутка времени τ , за который объем газа в газгольдере достигает одного литра. После прихода сигнала СТОП система заканчивает текущий цикл измерений и определяет время τ . По окончании измерений вычисляется выделяемая мощность в образце.

Параметры, полученные в результате измерений, следующие:
а/ при измерении магнита

$$B_m = k_1 \frac{U_m}{R}$$

- максимальное магнитное поле, где k_1 - постоянная магнита, R - сопротивление шунта;

$$\dot{B}_+ = \frac{B_m}{t_1}$$

- средняя скорость нарастания магнитного поля;

$$\dot{B}_- = \frac{B_m}{t_2}$$

- средняя скорость спада магнитного поля;

$$\dot{B} = \frac{\dot{B}_+ + \dot{B}_-}{2}$$

- средняя скорость изменения магнитного поля;

$$W_1 = k_2 U$$

- потери энергии в магните за один цикл, где k_2 - коэффициент преобразования напряжения в потери энергии /10 мВ/Дж/;

б/ при измерении коротких образцов кабелей

$$B_m; \dot{B}_+; \dot{B}_-; \dot{B}$$

- параметры магнитного поля;

$$t_c = t_1 + t_2$$

- длительность импульса тока в магните;

$$t_p = t_3$$

- длительность паузы между импульсами тока;

$$T = k_3 U$$

- температура газа на входе газгольдера, где k_3 - коэффициент преобразования напряжения в температуру /10 мВ/град./;

τ

- время заполнения газгольдера одним литром газа;

$$P = \frac{k_4}{T \cdot \tau} \cdot \frac{t_c + t_p}{t_c}$$

- выделяемая мощность в образце, где $k_4 = A \rho_0 \gamma T_1 \frac{p_2}{p_1}$, ρ_0 - плотность газообразного гелия при нормальных условиях, γ - скрытая теплота испарения при рабочих условиях в калориметре, p_1 и T_1 - нормальное давление и температура, p_2 - давление газа в газгольдере; A - поправка холодного газа, остающегося в калориметре и не попадающего в газгольдер;

$$W_1 = P \cdot t_c$$

- потери энергии в образце за один цикл.

На основании результатов измерений можно построить графики зависимости потерь энергии в сверхпроводниках от средней скорости изменения магнитного поля для разных значений его амплитуды. На рис. 3 и 4 показаны зависимости соответственно для магнита и плоского кабеля сечением $9,9 \times 1,7 \text{ см}^2$. Кабель состоит из 23 проволок диаметром 0,85 мм.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение системы написано на языке АССЕМБЛЕР^{4/} и занимает в ОЗУ около 6К байтов, из которых

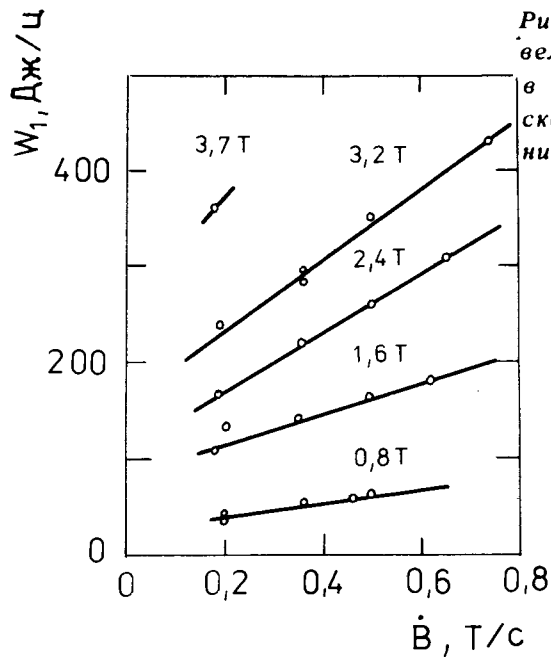


Рис.3. Зависимость величины потерь энергии в магните от средней скорости изменения магнитного поля.

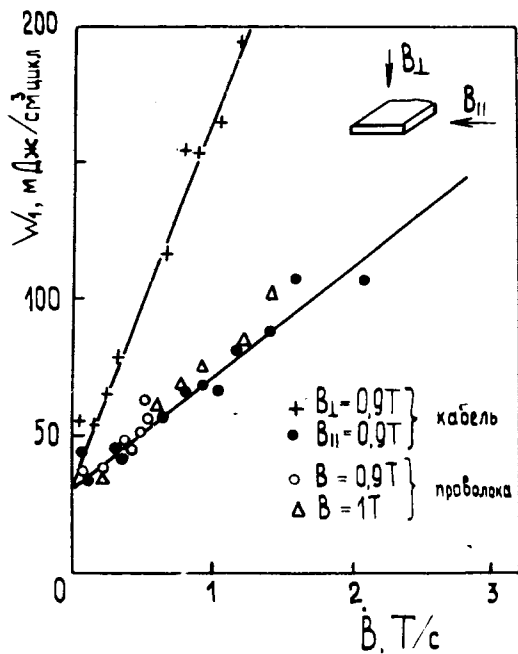


Рис.4. Зависимость величины потерь энергии в коротких образцах от средней скорости изменения магнитного поля.

4К выделяется для подпрограмм библиотеки¹⁵⁾, а остальные 2К - для контроля и управления электронной части системы.

В заключение авторы выражают глубокую признательность И.Ф.Колпакову и В.А.Смирнову за постановку задачи и постоянное внимание к работе, а также В.М.Слепневу и Х.Раппу за помощь и полезные обсуждения при наладке системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хоанг Као Зунг и др. ОИЯИ, 10-12316, Дубна, 1979.
2. Немеш Т. ОИЯИ, 10-11232, Дубна, 1978.
3. Немеш Т. ОИЯИ, 10-11696, Дубна, 1978.
4. Intel 8080. Assembly language programming Manual. Intel. Corp. Santa Clara, USA, 1974.
5. Немеш Т. и др. ОИЯИ, 10-12077, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
21 марта 1979 года.