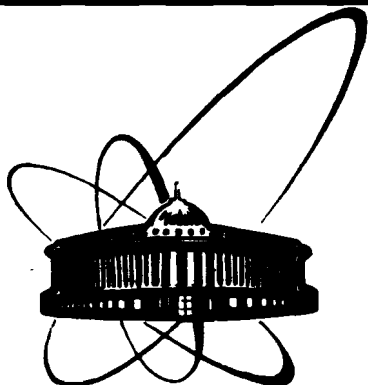


89-546



**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

M 613

P10-89-546

В.Ф.Минашкин

**КОМПЛЕКС АППАРАТУРЫ
ДЛЯ АКУСТИКО-ЭМИССИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ**

1989

ВВЕДЕНИЕ

Метод акустической эмиссии (АЭ) основан на регистрации и обработке параметров импульсных акустических сигналов ультразвукового диапазона, сопровождающих локальную динамическую перестройку структуры исследуемого материала под влиянием механических напряжений или иных воздействий. Испусканием сигналов АЭ сопровождается движение дислокаций, фазовые превращения, пластическая деформация, зарождение и развитие микро- и макротрещин. Поскольку сигналы АЭ возникают в материале задолго до наступления стадии субкритического роста дефектов, метод АЭ может быть использован для ранней оперативной диагностики состояния и прогнозирования остаточного ресурса материала конструкции¹¹.

К особенностям сигналов АЭ, затрудняющим их регистрацию и предъявляющим особые требования к измерительной аппаратуре, следует отнести случайный характер их возникновения, значительный динамический диапазон изменения амплитуды (свыше 100 дБ), изменение частоты следования от сотых долей Гц до десятков кГц, сложный спектральный состав.

Значительное искажение в форму сигнала вносят также приемные (как правило пьезоэлектрические) датчики, особенно резонансного типа, используемые при регистрации сигналов малой энергии. На рис. 1 изображена идеализированная форма сигнала АЭ осцилляторного типа на выходе пьезопреобразователя и формы сигналов после первичной аналоговой обработ-

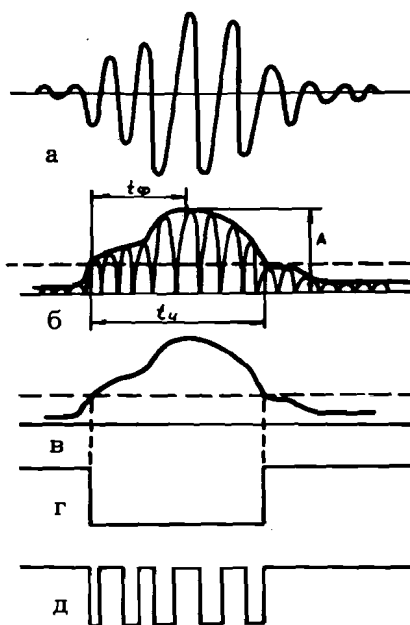


Рис. 1. Формы сигналов на выходе преобразователя АЭ (а) и после первичной обработки (б, в, г, д).

ки. В дальнейшем одиночный сигнал АЭ будем называть событием (Е), а колебания в событии — осцилляциями (О).

В работе описывается 16-канальная система АЭ-диагностики с последовательным опросом датчиков, предназначенная для контроля конструкции элементов ускорительных установок. Аппаратура выполнена в стандарте КАМАК и занимает объем в один крейт. Данная система представляет собой первый уровень средств АЭ-диагностики и решает задачу оперативной диагностики состояния материала и конструкции в целом с целью определения наиболее нагруженных и потенциально опасных мест.

ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ АЭ-ДИАГНОСТИКИ

На рис. 2 представлена структурная схема системы АЭ-диагностики, которая имеет три режима работы:

- подсчет количества событий и осцилляций за измеряемый интервал времени;
- измерение количества событий и осцилляций в единицу времени;

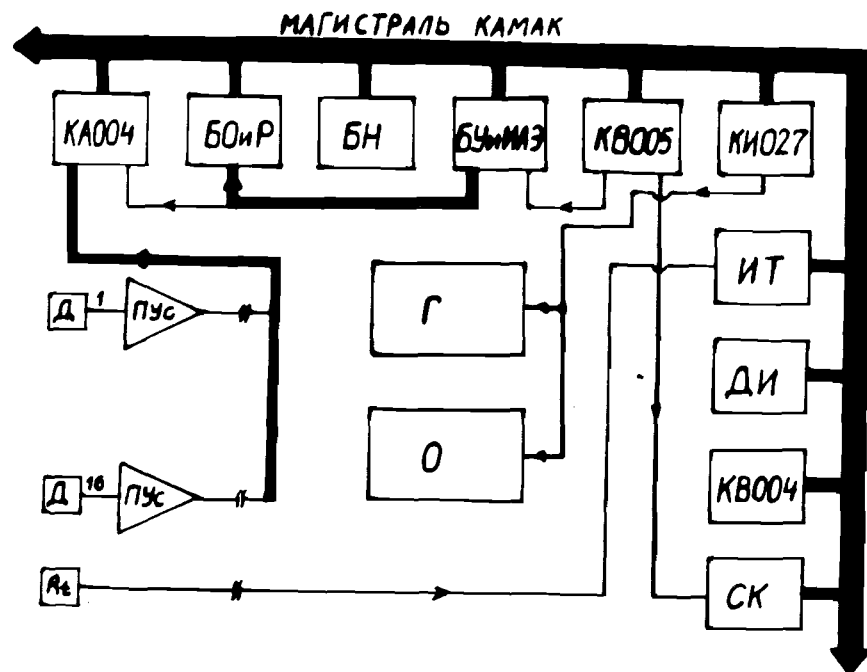


Рис. 2. Структурная схема системы АЭ-диагностики.

— измерение длительности событий и количества осцилляций в этом событии.

Результаты выдаются на графопостроитель или осциллограф в аналоговой форме и в цифровом виде на индикаторы передней панели блока десятичной индикации.

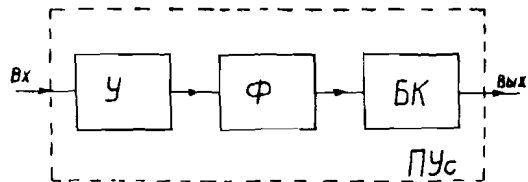
Состав аппаратуры:

- предусилители (ПУС) сигналов АЭ, обеспечивающие усиление сигналов с датчиков (Д);
- коммутатор КА004¹³, подключающий выходы предусилителей к блокам обработки сигналов АЭ;
- блок обработки и регистрации (Б0иР), который производит аналоговую обработку сигналов АЭ, управляет режимами работы системы, формирует данные для записи в буферные накопители;
- буферный накопитель (БН) на базе блоков КЛ006¹⁴, который используется для накопления и хранения данных;
- интерфейс графопостроителя КИ027¹⁴, с помощью которого происходит вывод информации в аналоговой форме на графопостроитель (Г) или осциллограф (О);
- блок десятичной индикации (ДИ), который служит для вывода информации в цифровом виде на индикаторы передней панели;
- генератор КВ005¹⁵, который осуществляет временную синхронизацию блоков системы;
- блок управления и имитации АЭ (БУиИАЭ), с помощью которого производится имитация сигналов АЭ для проверки работоспособности системы и управление системой АЭ-диагностики;
- блок "Часы" КВ004¹⁵ выдает информацию о текущем времени;
- блок управления КК003 (БУ КК003) совместно с контроллером крейта КК003¹² представляет собой специализированный контроллер (СК), который организует вывод информации на графопостроитель или осциллограф (кроме этого КК003 может использоваться по своему прямому назначению в качестве ручного крейт-контроллера);
- блок измерения температуры (ИТ) контролирует температуру объекта.

ПРЕДУСИЛИТЕЛЬ АЭ-СИГНАЛОВ

На рис.3 представлена структурная схема предусилителя, которая состоит непосредственно из усилителя (У), выполненного на базе схемы, описанной в ¹⁶, фильтра Баттерворта второго порядка ¹⁷ и буферного каскада (БК). Коэффициент усиления ПУС равен 100. Среднеквадратичное напряжение шума, измеренное по методике, описанной в ¹⁸, приведенное к входу ПУС ≤ 5 мкВ, находится в рабочей полосе частот от 50 кГц

Рис.3. Структурная схема предусилителя.



до 1,5 МГц. Выполнен предусилитель в отдельном корпусе с размерами 140x40x80 мм. Кроме этого реализован другой вариант ПУС, который, в отличие от первого, не содержит фильтра, но сигнальный кабель и кабель питания у него совмещены, что сокращает число кабелей связи в два раза.

БЛОК ОБРАБОТКИ И РЕГИСТРАЦИИ

Сигнал с предусилителя через релейный коммутатор поступает на вход блока БОИР (рис. 4). В схеме аналоговой обработки сигнал фильтруется, усиливается, выпрямляется, детектируется и на выходе схемы получаем сигналы в уровнях TTL, пропорциональные длительностям E и O, а также сигнал для измерения амплитуды события. Усилитель имеет коэффициент усиления 10, 100, 1000, 10000. Схема распределения организует работу счетчиков и вывод их содержимого в цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) и в буферные регистры для последующей записи в буферный накопитель. Для визуального контроля за работой блока на передней панели расположены индикаторы, показывающие пиковую величину амплитуды события, содержимое счетчиков и их переполнение. Ширина блока 4М.

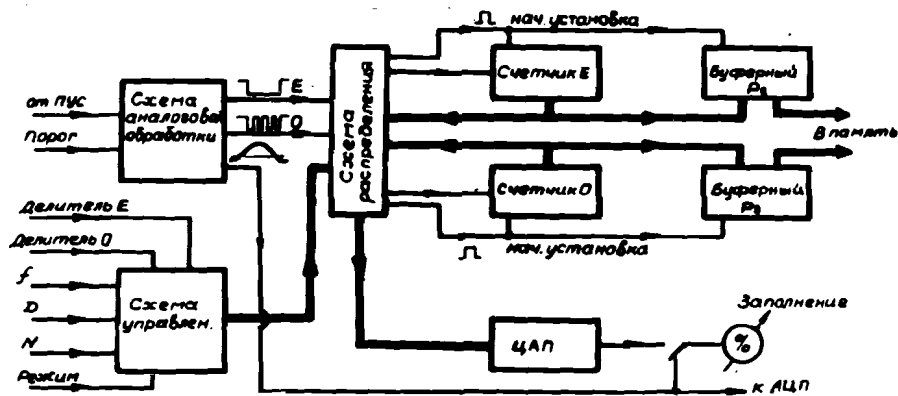


Рис. 4. Структурная схема блока обработки и регистрации.

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ И ИМИТАЦИИ АЭ-СИГНАЛОВ

Блок БУИИЭ выполнен в стандарте КАМАК шириной 6М и выполняет две функции — непосредственно имитатора АЭ-сигналов и функцию блока управления системы АЭ-диагностики. Имитируются сигналы АЭ путем подачи импульсов напряжения на пьезопреобразователь. Структурная схема блока (рис. 5) состоит из схемы управления и генератора.

Блок выдает на пьезопреобразователь импульсы напряжения с амплитудой $1 \div 99$ В, длительностью $\leq 1,5$ мкс и частотой $0 \div 100$ Гц. Выходы D и N в уровнях TTL служат для настройки и проверки работоспособности цифровой части, имитируя события и осцилляции в событиях. В случае применения блока как управляющего работой системы АЭ используются также выходы D и N. Выход D — управление воротами пропускания сигналов АЭ на обработку, а импульсы с выхода N осуществляют временное стробирование, т.е. запись содержимого счетчиков событий и осцилляций в буферный накопитель. В блоке имеется встроенный источник питания для ПУС (+24 В), не имеющий гальванической связи с корпусом блока.

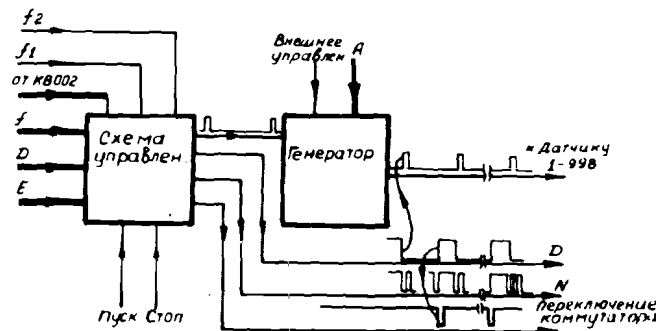


Рис. 5. Структурная схема блока управления и имитации АЭ-сигналов.

БЛОК ДЕСЯТИЧНОЙ ИНДИКАЦИИ

Блок ДИ выполнен в стандарте КАМАК шириной 1М, структурная схема блока показана на рис. 6, где ГПИ1, ГПИ2 — генераторы пачек импульсов 1 и 2. ДИ осуществляет преобразование данных в двоичной форме с шины DATAWAY или разъема на задней панели в десятичную форму и отображение результата преобразования на цифровых индикаторах, расположенных на передней панели блока. Для специальных случаев в блоке реализован режим, при использовании которого можно из преобразуемого кода вычитать код порога. Управление режимами

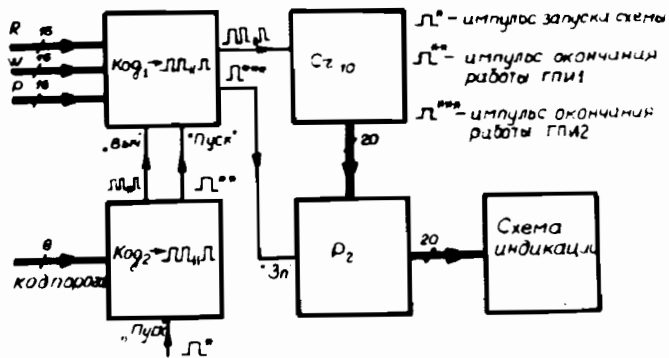


Рис. 6. Структурная схема блока десятичной индикации.

работы осуществляется с помощью переключателя. В других системах данный блок может применяться для настройки и проверки правильности функционирования системы.

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Блок выполнен в стандарте КАМАК шириной 2М (рис. 7) и позволяет измерить температуру в диапазоне $0 \div 100^\circ$ с точностью $\pm 1^\circ$. Информация выводится на переднюю панель блока и магистраль КАМАК. Датчиком служит термосопротивление ТСП-753 с линейной зависимостью сопротивления от температуры. Датчик включается в одно из плеч неравновешенного моста. Однако в мостах этого типа существует нелинейная зависимость выходного напряжения от изменения сопротивления.

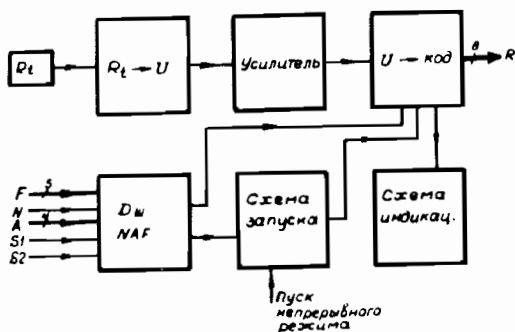


Рис. 7. Структурная схема блока для измерения температуры.

ВЫВОД ИНФОРМАЦИИ

Информация о результатах измерения выводится в аналоговой форме на графопостроитель или осциллограф и в цифровом виде на индикаторы передней панели блока ДИ. Осуществляется это путем считывания из буферного накопителя данных и записью их в блоки интерфейса графопостроителя и ДИ. С целью совмещения во времени режимов записи и чтения в блоки буферного накопителя введено дополнительное устройство. Оно содержит два счетчика адреса памяти и схему, синхронизирующую циклы чтения и записи.

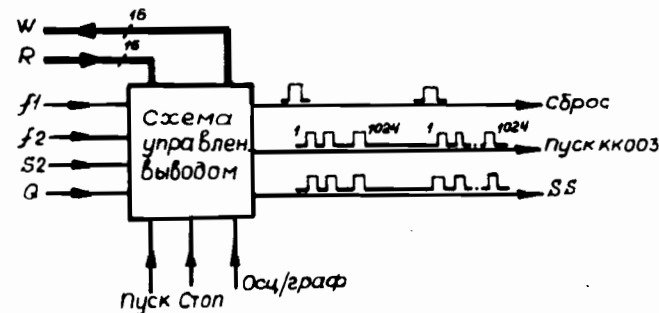


Рис. 8. Структурная схема блока управления КК003.

Вывод информации производится с помощью специализированного контроллера, состоящего из блока КК003 и разработанного блока БУ КК003 (рис. 8). Блок с определенной частотой выдает пачку импульсов на запуск КК003, который выполняет команду чтения. Считанные данные в БУ КК003 с шин R трансформируются на шины W и стробом SS осуществляется запись данных в интерфейс графопостроителя. При выводе информации на осциллограф пачки импульсов выдаются непрерывно с частотой в пачке 100 кГц. При выводе на графопостроитель выдается одна пачка импульсов с частотой импульсов в пачке 10 Гц, или с частотой стробов записи в память. Число импульсов в пачке определяется емкостью буферного накопителя. Ширина блока БУ КК003 1М.

В заключение автор выражает глубокую признательность В.Д.Инкину и А.В.Белову за полезные обсуждения и помощь в работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грешников В.А., Дробот Ю.Б. – Акустическая эмиссия. М.: Изд. стандартов, 1976.
2. Журавлев Н.И. и др. – Сообщение ОИЯИ 10-8754, Дубна, 1977.

3. Антюхов В.А. и др. — Сообщение ОИЯИ 10-11636, Дубна, 1978.
4. Антюхов В.А. и др. — Сообщение ОИЯИ 10-80-650, Дубна, 1980.
5. Антюхов В.А. и др. — Сообщение ОИЯИ 10-10576, Дубна, 1977.
6. Леонтьев Г.Е., Армонавичус В.П., Миколайтис Г.С. — ПТЭ, 1984, 11, с.126.
7. Джонсон Д., Джонсон Дж., Мур Г. — Справочник по активным фильтрам. М.: Энергоатомиздат, 1983.
8. Хоровиц П., Хилл У. — Искусство схемотехники. М.: Мир, 1984, с.486.
9. Rostocki A.I., Wisniewski R. — Rev. Sci. Instr., 1977, v.48, 6, p.710.

Рукопись поступила в издательский отдел
20 июля 1989 года.

Минашкин В.Ф.

P10-89-546

Комплекс аппаратуры

для акустико-эмиссионной диагностики

Приводится состав аппаратуры и описание разработанных блоков 16-канальной системы с последовательным опросом каналов акустико-эмиссионной (АЭ) диагностикой в стандарте КАМАК. Система АЭ-диагностики имеет три режима работы: подсчет событий и осцилляций за измеряемый интервал времени; измерение количества событий и осцилляций в единицу времени; измерение длительности событий и количества осцилляций в этом событии. Для проверки правильности функционирования системы в составе аппаратуры содержится программируемый имитатор АЭ-сигналов. Информация выводится на графопостроитель с помощью специализированного контроллера крейта. Объем аппаратуры — один крейт КАМАК.

Работа выполнена в Общественном научно-методическом отделении ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод авторов

Minashkin V.F.

P10-89-546

The Apparatus Complex

for the Acoustic-Emission Diagnostics

The apparatus complex and the elaborated blocks description of 16 channel system with consecutive polling of AE diagnostic channels in the CAMAC standart is given here. The AE system has 3 operation regimes: the events quantity and oscillation calculation during the measured time interval, and the events and oscillations quantity measurement in a time unit, the event duration and oscillation quantity measurement in this event. To control the system a programmable imitator of AE signals is used. The information is transported to the curve plotter with the help of special creit controller. The apparatus volume is one CAMAC creit.

The investigation has been performed at the Scientifical-Methodical Division, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1989