

И.Д. Багбая, Ю.С. Гваладзе, Е.А. Отливанчик,
М.А. Отливанчик, Б.Р. Саная, И.Н. Сисакян, Т.Г. Чантурия

**ПЕРСОНАЛЬНЫЙ КОМПЬЮТЕР В ЭКСПЕРИМЕНТЕ
ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ЗАКОРАЧИВАЮЩЕГО РАЗРЯДНИКА**

При исследовании закорачивающего разрядника, используемого в мощных плазменных установках для увеличения длительности существования

магнитного поля, необходимо провести более 500 разрядов по стандартной программе с контролем параметров импульса тока в разряднике для опре-

деления начала и степени его деградации. Автоматизация этого процесса не представляет большой сложности, так как форму тока достаточно определить в 10–20 точках с шагом 10–20 мкс, но позволяет ускорить процесс проведения испытаний и главное – освободить экспериментатора от утомительной рутинной работы. Кроме того, автоматизация процесса испытаний позволяет накопить опыт для последующей автоматизации всей системы управления установкой "Амцабз".

В процессе одного разряда необходимо пропустить разрядник, заполнить его воздухом под давлением около двух атмосфер, зарядить накопительные конденсаторы генератора импульсов поджига и основного модуля. По достижении напряжения на конденсаторах заданной величины порядка 30–50 кВ произвести разряд и измерить ток в закорачивающем разряднике. Цикл измерения составляет 120 с, и средний поток данных измерения и команд управления не превышает 10 байт/с. Применение для измерения тока в разряднике АЦП типа 9094 фирмы NUCLEAR ENTERPRISES с буферной памятью на 16 точек и шагом измерения 10 мкс дает возможность вводить данные в компьютер после разряда с необходимой скоростью. Таким образом, небольшие скорости поступления и объемы собираемых данных позволяют использовать для автоматизации установки простой и дешевый персональный ИБК [1] и выполнить программу на языке BASIC.

Схема системы автоматизации приведена на рис. 1. Она построена на ПИВК, включающем ПК типа "Правец-8" производства НРБ, оснащенный оперативной памятью объемом 64 кбайт и одним приводом гибкого диска объемом 143 кбайт. Для связи с

КАМАК использован крейт-контроллер, описанный в [2] в минимальной конфигурации, обеспечивающей передачу данных по программному каналу.

Для измерения напряжения на конденсаторах поджига и модуля, а также для измерения напряжения с тензодатчика измерителя давления в разряднике используется 14-разрядный АЦП типа АЦП-1 со временем преобразования 2 мс и максимальным входным напряжением 7 В. Измеряемые напряжения подаются на АЦП с помощью релейного мультиплексора типа 750 (POLON). Напряжения на мультиплексор с конденсаторов подаются с помощью делителей с коэффициентом деления $1:7,2 \cdot 10^2$, обеспечивающем при напряжении на конденсаторах 50 кВ напряжение на входе АЦП – 7 В. Тензодатчик включен в плечо моста, питаемого стабилизированным напряжением 10 В.

Для управления зарядом конденсаторов, блокировкой и разрядом используется выходной регистр для управления реле типа 360 В (POLON). К выходу регистра подключены реле, управляющие магнитными пускателями, которые включают источники питания генератора импульсов поджига и основного модуля и обеспечивают блокировку помещения с разрядником. Реле управления разрядом выдает импульс амплитудой 100 В на вход генератора импульсов поджига. Для контроля включения источников и положения двери в помещении (закрыта/открыта) используется входной регистр типа 305 (POLON), на который подаются напряжения уровня TTL с соответствующих контрольных точек.

Как уже отмечалось выше, ток в закорачивающем разряднике измеряется с помощью АЦП типа 9094 с диапазоном входных напряжений 0...10 В и точностью 12 разрядов. Напряжение на АЦП пода-

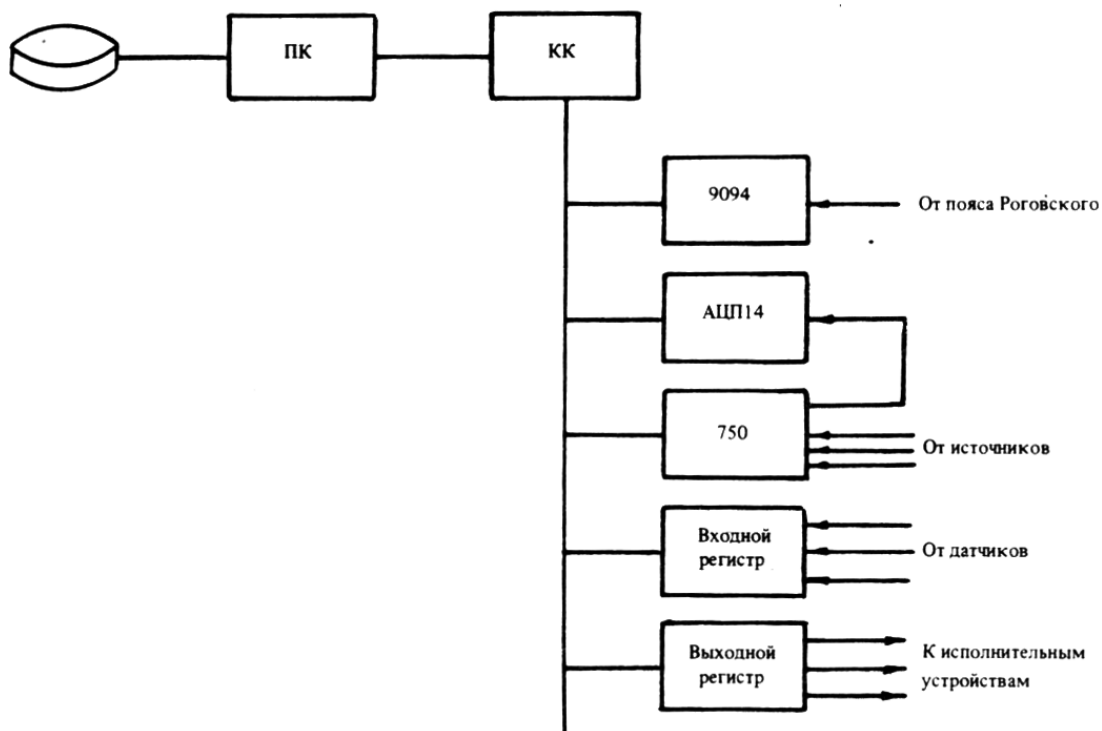


Рис. 1

ется с пояса Роговского через делители 1:10 с тем, чтобы при максимальном токе в разряднике напряжение на входе АЦП не превысило 10 В. АЦП-9094 имеет 16 дифференциальных входов, входной мультиплексор, одну схему выборки/хранения и один АЦП последовательного приближения. Время выборки составляет 0,2 мкс, полное время измерения одного канала составляет 10 мкс. При подаче на все входы параллельно одного и того же сигнала получается АЦП, измеряющий входное напряжение последовательно в 16 точках с шагом 10 мкс. АЦП был доработан с тем, чтобы обеспечить возможность внешнего запуска. Сигнал запуска подается на АЦП с регулируемой относительно запуска генератора поджигающих импульсов задержкой с тем, чтобы максимум тока в разряднике совпал с одним из моментов выборки для точного измерения максимального тока в разряднике — одного из важнейших параметров эксперимента. Программа управления экспериментом написана на языке APPLESOFT, записанном в ПЗУ компьютера. Подпрограммы для обращения к модулям КАМАК записаны в ПЗУ, установленном на вставной плате крейт-контроллера.

Общение экспериментатора с программой происходит в режиме диалога. Вначале экспериментатор задает параметры эксперимента — напряжение на разрядниках, давление в разряднике, имя файла для вывода результатов, количество циклов повторения, тип вывода результатов на экран монитора (выводить/не выводить, график/цифра). Затем выдается сообщение для подтверждения готовности установки к работе. Когда установка готова, экспериментатор подтверждает готовность и программа начинает проведение эксперимента. При этом автоматически производится продув разрядника воздухом, заполнение разрядника, заряд накопительных конденсаторов, разряд и измерение тока в разряднике. Программа непрерывно контролирует состояние источников питания и состояние двери в помещении. При возникновении особой ситуации (отключение источников, открывание двери, самопроизвольный

разряд накопительных конденсаторов, отсутствие давления в разряднике) программа отключает источники и выдает на экран сообщение экспериментатору. Для того чтобы привлечь внимание, сообщение выдается мигающим и одновременно подается звуковой сигнал.

По окончании цикла измерений программа также требует вмешательства оператора. Повторить цикл можно без изменения или с изменением параметров эксперимента. В последнем случае на экран выводятся уже заданные параметры и для их изменения необходимо ввести новые, а существующие сохраняются нажатием на клавишу RETURN.

В конце каждого эксперимента производится вывод результатов на диск. В файл выводятся дата, имя экспериментатора, заданные напряжения и давление в разряднике (один раз вначале), действительные значения напряжений на накопительных конденсаторах, давление и ток в разряднике в каждом эксперименте. Программа может работать как в автоматическом режиме, так и с подтверждением экспериментатором. В этом случае запись информации на диск и запуск нового измерения производится по подтверждению с клавиатуры.

В процессе послезэкспериментальной обработки возможен быстрый просмотр полученных данных, их сравнение и отбраковка ненужной информации. Затем возможна выдача отчета на принтер. При этом выдаются дата, напряжения на накопительных конденсаторах, давление и тип особой ситуации, если она была. Если принтер обладает графическими возможностями, то может выводиться и график формы тока в разряднике.

Примеры графика формы тока в разряднике приведены на рис. 2.

С помощью автоматизированной системы проведения испытаний проведены испытания на ресурс одного разрядника. При этом время проведения испытаний сократилось с 25 рабочих дней до пяти. Кроме того, произведены измерения проводимости разрядника и ее изменения от количества проведенных разрядов.

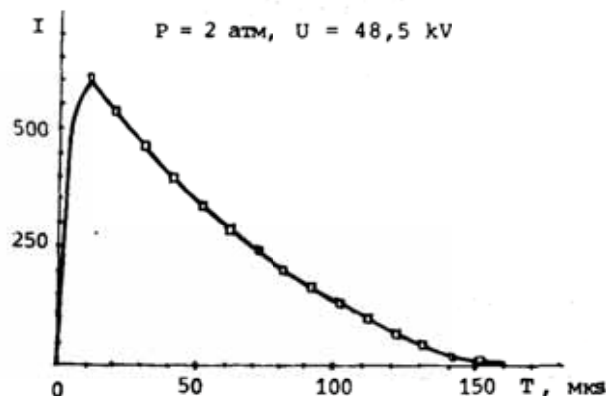
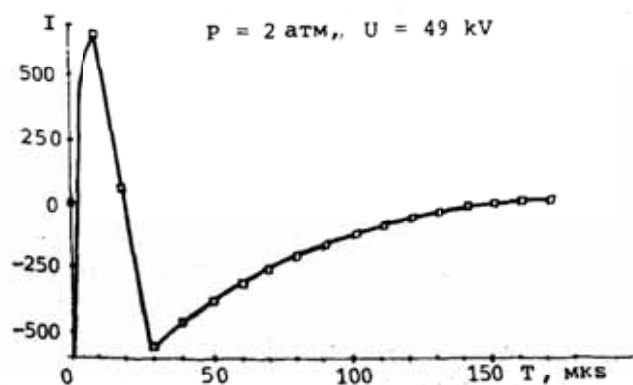


Рис. 2

ЛИТЕРАТУРА

1. Булатов Е.Д., Даниленко А.А., Отливанчик Е.А., Отливанчик М.А., Сисакян И.Н., Суворов В.А. Персональные компьютеры в автоматизации экспериментальных исследований и технологических процессов: Материалы 18-й Всесоюзной школы по АНИ. Алма-Ата, 1985, с. 99–102.

2. Булатов Е.Д., Даниленко А.А., Отливанчик Е.А., Отливанчик М.А., Сисакян И.Н., Суворов В.А. Комплекс аппаратно-программных средств для персональных компьютеров: Материалы 18-й Всесоюзной школы по АНИ, Алма-Ата, 1985, с. 102–105.
