

Система управления электронной пушкой ЛУЭ-200 установки ИРЕН

Е.В.Горбачев, И.Н.Лебедев, В.Н.Разувакин, А.П.Сумбаев, А.А.Фатеев
Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

Введение

Источник электронов ускорителя ЛУЭ-200 установки ИРЕН Объединенного института ядерных исследований [1] должен обеспечивать формирование на входе в группирователь ускоряющей системы пучка электронов с параметрами:

- энергия электронов — 200 кэВ;
- ток пучка в импульсе — 5А (до 10 А);
- среднеквадратичный радиус — 4 мм;
- длительность импульса тока — ~ 250 нс;
- частота циклов — 150 Гц;
- энергетический разброс — ± 2 кэВ;
- нестабильность синхронизации — ≤ 1 нс.

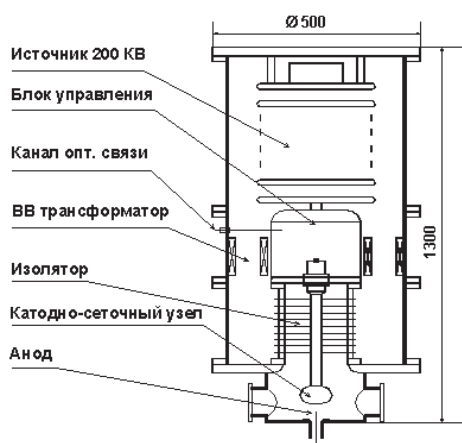


Рис. 1: Схема конструкции электронной пушки.

торной лампы ГС-34. В исходном состоянии электронно-оптическая система “запирается” положительным (относительно сетки) катодным смещением до 200 В. Отпирание системы осуществляется по сетке подачей на катод импульсов напряжения отрицательной полярности с амплитудой, превышающей величину катодного смещения. Управление источником электронов, прерывание и регулирование величины тока

Источник разрабатывается на базе источника электронов f-фабрики Института ядерной физики СО РАН (г. Новосибирск) [2], в котором использована электронная пушка с термокатодом, постоянным высоким катодным напряжением –200 кВ, заземленным анодом и сеточным управлением. Конструкция пушки, адаптированная к схеме ускорителя ЛУЭ-200, представлена на рис. 1 [3].

В пушке используется электронно-оптическая система триодного типа с катодно-сеточным узлом от генера-

пучка, синхронизация и формирование импульсов тока, а также регулировка частотных режимов будут осуществляться с помощью модуля высоковольтного терминала, включающего в себя стабилизированный источник питания накала катода, регулируемый источник постоянного катодного смещения и модулятор – генератор отпирающих импульсов. Катодно-сеточный узел пушки и модуль высоковольтного терминала находятся под общим высоким (до 200 кВ) катодным потенциалом. Передача электрической мощности для терминала осуществляется резонансным трансформатором коаксиального типа, первичная и вторичная обмотки которого разделены газовым изолирующим промежутком. Сигнал запуска и цифровой код управления величиной катодно-сеточного смещения передаются по общему каналу оптической связи.

1. Функциональный состав системы управления электронной пушкой

Аппаратура управления электронной пушкой ЛУЭ–200 предназначена для работы в составе автоматизированной системы управления установки ИРЕН и включает в себя:

- модуль питания разделительного трансформатора;
- разделительный высокочастотный трансформатор;
- модуль передатчика фазоманипулированного кода амплитуды смещения и временной отметки срабатывания модулятора;
- высоковольтный блок управления.

Структурная схема системы управления электронной пушкой представлена на рис. 2.

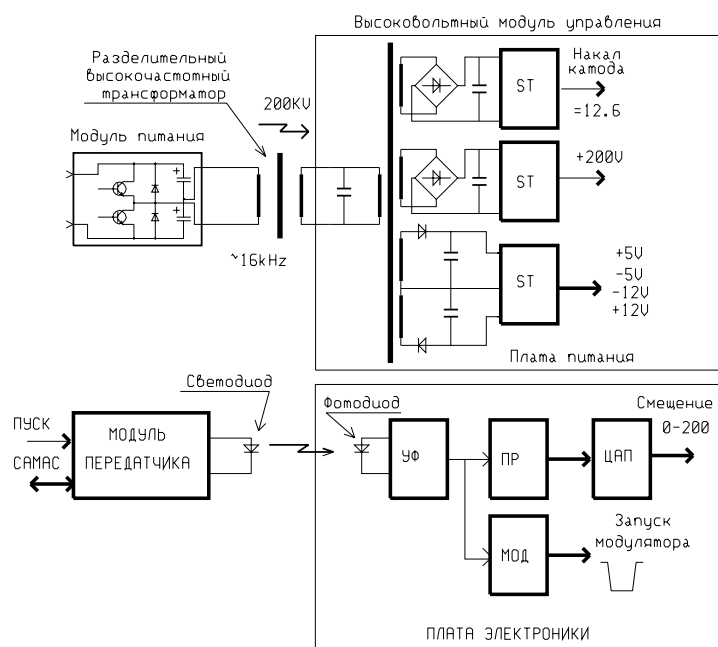


Рис. 2: Структурная схема системы управления электронной пушкой.

Модуль питания разделительного трансформатора выполнен по классической схеме двухтактного инвертора и предназначен для формирования переменного импульсного напряжения на резонансной частоте ~ 16 кГц и амплитудой 150 В. Конструктивно модуль выполнен в виде автономного прибора.

Разделительный высокочастотный трансформатор обеспечивает передачу мощности ~ 100 Вт, необходимую для питания модуля высоковольтного блока управления. Низковольтная часть трансформатора включает в себя наборный магнитный сердечник из ферритовых пластин, однослойную обмотку и разрезной металлический экран. Высоковольтная часть трансформатора расположена снаружи цилиндрического корпуса высоковольтного блока управления и состоит из вторичной обмотки, наборного магнитного сердечника из ферритовых пластин и разрезного металлического экрана. Разделительный зазор между выравнивающими металлическими экранами первичной и вторичной обмоток составляет 70 мм, соотношение числа витков 1:1.

Модуль передатчика временной отметки срабатывания модулятора и фазоманипулированного кода амплитуды смещения выполнен в стандарте КАМАК и предназначен для формирования логического сигнала запуска модулятора пушки и цифрового последовательного кода для управления амплитудой смещения напряжения на катоде относительно сетки электронной пушки. Нагрузкой модуля является суперлюминесцентный полупроводниковый излучатель ИЛПН-301-1, установленный на одном из патрубков корпуса электронной пушки. По интерфейсу КАМАК в асинхронном режиме в модуль заносится информация о величине смещения. Сигнал запуска ускорителя является временной отметкой срабатывания модуля передатчика. Передатчик без временных искажений транслирует фронт стартового сигнала на полупроводниковый излучатель, а затем преобразует информацию о величине смещения в последовательный код Манчестер-2 и со скоростью 1 МГц передает на излучатель. Информация передается в каждом цикле срабатывания ускорителя с частотой 150 Гц. Модуль предназначен для работы в составе системы управления установки ИРЕН и содержит дополнительные сервисные функции управления (блокировки, и др.)

Модуль высоковольтного терминала выполнен в металлическом корпусе и находится под постоянным высоким напряжением (200 кВ). Модуль состоит из двух частей — платы питания и платы электроники. Плата питания, состоящая из согласующего ферритового трансформатора и стабилизаторов последовательного типа (ST), обеспечивает необходимые уровни питающих напряжений электроники, модулятора и накала катода. Плата электроники осуществляет прием и обработку оптического сигнала. Фотоприемное устройство содержит фотодиод и трансимпедансный усилитель на биполярных транзисторах (УФ). Схема обеспечивает короткое (единицы наносекунд) время нарастания импульса и нестабильность синхронизации ≤ 1 нс. По переднему фронту формируется импульс запуска модулятора (Мод) длительностью 250 нс и амплитудой 200 В, а последовательный код величины смещения конвертируется в параллельный. Далее информация переписывается в 10-разрядный ЦАП с амплитудой регулирования напряжения смещения катода относительно сетки. Диапазон изменения амплитуды ЦАП от 0 до 200 В.

2. Состояние работ

К настоящему времени изготовлен рабочий вариант разделительного высоковольтного трансформатора и модель электронной аппаратуры. Проведены макетные испытания системы управления электронной пушкой на эквиваленте нагрузки. Результаты испытаний показали, что выбранная схема построения обеспечивает требуемые мощностные, амплитудные и временные параметры.

Список литературы

- [1] IREN Project. Intense Resonance Neutron source. Compiled by A.K. Krasnykh, V.L. Lomidze, A.V. Novokhatsky, Yu.P. Popov, W.I. Furman. Frank Laboratory of Neutron Physics. JINR, Dubna, 1994.
- [2] Linear Accelerator for Intense Resonance Neutron Source (IREN). A. Novokhatsky et. al. In: Proceedings of the 2nd Workshop on JINR Tau-Charm Factory, p. 197, D1,9,13-93-459, Dubna, 1994.
- [3] LUE200 - Driver Linac for Intence Resonant Neutron Spectrometer (IREN). The IREN team, submitted by A. Kaminsky. XVIII International Linac Conference Linac96. Geneva, 26-30 August 1996. (В печати).